

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Faculdade de Odontologia de Araraquara

RUI FERNANDO MAZUR

**ANÁLISE DA RESISTÊNCIA ADESIVA À DENTINA
DE DIFERENTES SISTEMAS ADESIVOS PELO TESTE
DE MICROTRAÇÃO E MICROSCOPIA ELETRÔNICA
DE VARREDURA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Odontologia - Área de Concentração em Dentística
Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Araraquara,
Universidade Estadual Paulista, para obtenção do Título de Doutor

Orientador: **Prof. Dr. José Roberto Cury Saad**

Araraquara

2003

RUI FERNANDO MAZUR

**ANÁLISE DA RESISTÊNCIA
ADESIVA À DENTINA DE
DIFERENTES SISTEMAS
ADESIVOS PELO TESTE DE
MICROTRAÇÃO E MICROSCOPIA
ELETRÔNICA DE VARREDURA**

BANCA EXAMINADORA

PROF. DR. JOSÉ ROBERTO CURY SAAD - PRESIDENTE
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA - UNESP

PROF. DR. MARCELO FERRAREZI DE ANDRADE
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA - UNESP

PROF. DR. WELINGTON DINELLI
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA - UNESP

PROF. DR. RODRIGO NUNES RACHED
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

PROF. DR. PAULO SÉRGIO QUAGLIATTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – MG

ARARAQUARA

2003

DADOS CURRICULARES

RUI FERNANDO MAZUR

DATA DE NASCIMENTO: **19 DE OUTUBRO DE 1967, EM CURITIBA, PR.**

FILIAÇÃO: **ANTÔNIO PAULO FERNANDES MAZUR E
ADILIR TERESINHA SCHIRR MAZUR**

GRADUAÇÃO: **1987 / 1991, NA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO PARANÁ – CURITIBA, PR.**

MESTRADO: **DENTÍSTICA RESTAURADORA, NA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE
ARARAQUARA, UNESP, 1998/2000.**

DOUTORADO: ***DENTÍSTICA RESTAURADORA, NA FACULDADE
DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA, UNESP,
2001/2003.***

DOCÊNCIA: **DISCIPLINA DE DENTÍSTICA RESTAURADORA
DA UNIVERSIDADE TUIUTI DO PARANÁ E DA
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO
PARANÁ.**

DEDICATÓRIA

*À **DEUS**, por iluminar o meu caminho e pela presença constante nos momentos difíceis.*

Dedico este trabalho aos meus Pais **Antônio Paulo e Adilir**
(in memorian), pelo incentivo coragem e apoio para a
realização deste curso.

AMO VOCÊS e
MUITO OBRIGADO

**Ao Meu irmão Fernando e Minha cunhada Flávia, aos meus
sobrinhos Luís Fernando e João Fernando e Minha irmã Paula,
pela compreensão de minha ausência nos momentos mais difíceis
da nossa família. OBRIGADO.**

DEDICATÓRIA ESPECIAL

Ao Prof. Dr. **JOSÉ ROBERTO CURY SAAD**, pela sua orientação empolgante e determinante na orientação deste trabalho e durante o transcorrer do curso de Doutorado. Ainda agradeço pela amizade e compreensão a mim destinado.

MUITO OBRIGADO

Ao Prof. Dr. **Rodrigo Nunes Rached** pela amizade e pela disposição de estar presente neste momento importante. **OBRIGADO.**

Ao Prof. Dr. **Paulo Sérgio Quagliatto** pela amizade alcançada em tão pouco tempo de convivência. **OBRIGADO.**

Ao Prof. Dr. **Welington Dinelli** pela sua dedicação e orientação não só na área de Dentística mas para a vida um exemplo a ser seguido.
OBRIGADO.

Ao Prof. Dr. **Sérgio Vieira** pela amizade e confiança depositado em minha pessoa. Pela orientação da minha carreira tanto profissional quanto na docência, sem seu apoio não seria possível atingir este objetivo. **OBRIGADO.**

AGRADECIMENTOS

*À **FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**, por ter me dado esta oportunidade de crescimento profissional.*

*Ao **Prof. Dr. Ricardo S. G. Abi Rached**, Diretor da Faculdade de Odontologia e **Prof. Dr. Sizenando de Toledo Porto Neto** e **José Roberto Cury Saad**, Coordenadores do Curso de Pós-Graduação em Dentística Restauradora, durante o período em que aqui estudei.*

*Aos Professores de Graduação e Pós-Graduação em Dentística Restauradora, **Welington Dinelli**, **Maria Salete Machado Cândido**, **Marcelo Ferrarezi de Andrade**, **Sizenando de Toledo Porto Neto**, **José Roberto Cury Saad**, **Osmir Batista de Oliveira Júnior** e **Sillas Luiz Lordelo Duarte Júnior**, pelos ensinamentos e agradável convivência.*

*Aos colegas de doutorado, **Abrahan Lincoln Calixto, Alexandre Susin, Edgard Javier Berrios Quina, Fernando Ahid, Fernando Hueb de Menezes, Fabrício Luscino Alves de Castro, Paulo César Silva, Daniela Cahú Oertli e Maria Inez Peliz Fernandes**, pelos momentos felizes que tivemos, jamais os esquecerei, vocês foram muito importantes.*

e também,

*Aos amigos em especial **Alessandra Rastelli, Roberta Esberard, Cristiane Oliveira, Ticiane Capote, Luana Cristina Araújo de Oliveira, Emmanuel Arraes de Alencar Jr., Patrícia dos Santos Jardim, Ivo, Ana Cláudia, Jean Carlo, Rodrigo.***

e

*Ao **Instituto de Química da UNESP - Câmpus Araraquara**, em especial ao **Sr. Sebastião Anésio Dametto**, pela paciência e esforço durante a etapa de microscopia eletrônica.*

*À **Bibliotecária Maria José Perón**, pelo inestimável auxílio na organização das referências bibliográficas,*

e

*Aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araraquara, em especial as **Bibliotecárias Maria Helena Matsumoto Komasti Leves e Odete Aparecida Camilo**, pela atenção dispensada.*

*Aos meus amigos, servidores da FOAr-UNESP, **Mário Sérgio Fantini, Cláudio Tita**, por estarem sempre tão dispostos a auxiliar naquilo que fosse preciso, e ainda, a **Lenyra Camillo Zamaí, Célia Regina Fachini Sanches Silva, Maria***

Aparecida dos Santos, Vanderlei José Antonio da Silva, Adriana Baroni Scalize e Aparecida de Lima Ignácio, pelo espírito de solidariedade.

As amigas da secção de pós-graduação, Mara Cândida Muhoz do Amaral, Rosângela Aparecida Silva dos Santos, Vera Lúcia Perruci Roque e Sylvia Regina Rodrigues Soares de Azevedo, pela atenção a dispensada.

Aos funcionários da Faculdade de Odontologia de Araraquara que, em algum momento, estiveram me auxiliando para a concretização deste trabalho.

À UNIVERSIDADE TUIUTI DO PARANÁ, pela dispensa concedida para fins de realização do curso de pós-graduação.

À PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ, pela minha contratação no decorrer do curso de Doutorado e uso dos laboratórios para o desenvolvimento da pesquisa pela coordenação da Prof^a Karen Soldatelli Borsato e a aluna do curso de Odontologia Ana Paula Camargo da Silva pela ajuda na realização da pesquisa.

e

Ao Prof. Sérgio Aparecido Ignácio da Pontifícia Universidade Católica do Paraná pela atenção dispensada na análise estatística.

Aos meus colegas e amigos da Disciplina de Dentística da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Profs. Danilo B. Caldas, Eduardo Monteiro Meda, Evelise Machado de Souza, Janaína B. Almeida, Maristela Andrade Azrak, Roberto Rolf Dittrich, Robson Ampessan e Sandra Sgarbi Daniel

e

*Aos meus colegas e amigos da Universidade Tuiuti do Paraná, **Profs. Ângela Segala, Mery Aparecida Heck, Celso Yamashita, Paulo Augusto Milani, Alessandra, Beatriz França, André Michelotto** pelo incentivo e também,*

***Profs. João Carlos Gomes, Osnara Gomes, Rodrigo Rached, Maria Ângela Machado, Edvaldo Rosa, Odilon Guariza Filho, Paula Trevilato, Ana Maria Grégio, Marili Doro, Vânia Westhephalen,** que me apoiaram e sempre me estimularam no decorrer do curso de Doutorado.*

*Aos meus amigos **Cesar Pelanda, Gilberto Meroli, Mariane Gonçalves, Paulo Kallas,***

e

*em especial a **Allyne Marini** pela paciência, apoio de entender a importância deste trabalho.*

*As empresas que cederam os materiais para o desenvolvimento da pesquisa **3M/ESPE, Kuraray Co., Tokuyama, Denstply e Bisco.***

E, a todos aqueles que colaboraram, de uma ou outra forma, para que este trabalho pudesse ser desenvolvido, bem como, àqueles que ajudaram a fazer da minha estada em Araraquara, uma agradável temporada.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
3. PROPOSIÇÃO	107
4. MATERIAL E MÉTODO	109
5. RESULTADO	130
6. DISCUSSÃO	146
7. CONCLUSÃO	176
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	179
9. APÊNDICE	197
10. RESUMO	206
11. ABSTRACT	209

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

A odontologia restauradora tem como finalidade a recuperação do elemento dental. A perda de estruturas dentais é provocada pela doença cárie ou por lesões traumáticas como as fraturas. Nestes casos, as estruturas necessitam ser restauradas, por excelência, com materiais que possuam a capacidade de restabelecer a forma e a função do elemento e, por consequência, devolver a saúde bucal.

Preconizando o processo de evolução de materiais dentários restauradores, várias pesquisas têm sido realizadas no intuito de formular um material restaurador ideal, cujas propriedades físicas e químicas estejam mais próximas das propriedades das estruturas dentais.

Ao mesmo tempo em que os materiais metálicos tradicionais, em especial o amálgama, sejam aceitos universalmente, sendo amplamente usados na restauração de dentes posteriores, o desenvolvimento técnico dos compostos associados aos sistemas adesivos tem possibilitado outras alternativas restauradoras, muito mais conservadoras com excelentes resultados estéticos.

A preservação dos tecidos dentais, bem como da estética, passou a ser um fator fundamental não só em restaurações de dentes anteriores, mas também nos posteriores. Assim, para que o material restaurador de resina composta apresente resultados clínicos satisfatórios, torna-se imprescindível a

necessidade de se formular um material que apresente propriedades ideais, principalmente em relação aos esforços mastigatórios e as oscilações de temperatura existentes no interior da cavidade bucal.

Simultaneamente, a dentística adesiva tem vislumbrado um crescente avanço na última década. A adesão da resina composta no esmalte e possivelmente na dentina parecem ser suficientes para o sucesso clínico⁶⁴. Iniciou-se no ano de 1955, por Buonocore⁸, quando se introduziu o condicionamento ácido, demonstrando que as alterações da superfície dentária em esmalte decorridas de um tratamento químico com soluções ácidas, contendo ácido fosfórico, a 85%, por 30 segundos, possibilitavam assim melhor adesividade do material restaurador e também, permitiam um vedamento marginal mais eficiente. Constatou-se que a associação do procedimento de aplicação do ácido sobre a superfície dental com o sistema adesivo de baixa viscosidade resulta numa retenção micromecânica, determinando altos valores de força de adesão.

O sucesso obtido pelo condicionamento ácido no esmalte foi comprovado por Retief⁶⁷, em 1992, ao demonstrar os padrões de condicionamento ácido após o tratamento da superfície de esmalte com o ácido fosfórico. Esse tipo de adesão apresentou menor infiltração marginal entre o esmalte e os sistemas adesivos.

Apesar das vantagens, o maior problema das restaurações não está localizado nas margens das restaurações do esmalte e sim, em áreas de interface dentina/resina ou cimento/resina, formando uma fraca união, sendo este um dos fatores determinantes que ocasionam a substituição das restaurações à base de resina composta.

Por sua vez a tecnologia estética tem sido aperfeiçoada rapidamente desde sua introdução, na década de 60 por Bowen⁶, quando desenvolveu a molécula de Bis-GMA (Bis fenol glicidil metacrilato). O surgimento deste material revolucionou a prática odontológica fazendo que a odontologia adesiva ocupasse lugar de destaque no campo clínico e científico.

Assim, a busca pelos pacientes por uma estética mais favorável fez com que as resinas compostas progressivamente ocupassem o lugar do amálgama. Para isto as resinas compostas sofreram modificações em sua formulação em relação aos componentes orgânicos, como na forma e tamanho das partículas e no modo de polimerização. Estas modificações fizeram que as resinas compostas fossem utilizadas tanto para dentes anteriores como para posteriores²⁶ e atualmente se apresentam muito melhores do que suas antecessoras¹.

Juntamente com a evolução das resinas compostas, os sistemas adesivos também apresentaram evolução. A mudança na composição dos sistemas adesivos ocorreu especialmente em relação à composição química e à forma de tratamento da superfície dentinária. As alterações da composição dos sistemas adesivos aconteceram principalmente na permeabilidade dentinária, no condicionamento ácido, umidade dentinária, sistemas adesivos que necessitam de condicionamento dentinário ou os sistemas com *primers* autocondicionantes. Tais alterações caracterizaram uma melhor adesão dos materiais restauradores em relação à dentina na diminuição da infiltração marginal e no aumento da resistência adesiva.

Atualmente, os sistemas adesivos podem ser diferenciados de várias maneiras quanto ao tipo de solvente (água, acetona ou álcool), pelo número de frascos ou etapas (um, dois ou três frascos ou etapas) e quanto ao tipo de monômero hidrofílico, como HEMA, 4-META, MDP ou PENTA e pela aplicação ou não do ácido fosfórico no caso dos sistemas autocondicionantes ou *self-etching* ^{44, 75, 77}.

Apesar das modificações realizadas nos sistemas adesivos ainda não foi encontrado um sistema que apresente resultados significativos, seja em relação à infiltração marginal⁴¹ ou na resistência adesiva. Para que se tenha aumento da resistência adesiva, os fabricantes lançam, cada vez mais, novos sistemas adesivos ou reformulações de sistemas pré-existentes no mercado. Porém, a resistência adesiva ainda continua sendo muito investigada pelos pesquisadores. Os resultados encontrados são influenciados pelo tipo de dentina, quantidade de umidade remanescente no substrato e pela técnica de aplicação, inerentes ao próprio sistema, pela sua composição química, principalmente, no que diz respeito ao tipo de diluente e tratamento dado ao tecido ^{56, 75, 89}.

Os sistemas adesivos de frasco único surgiram no mercado como opção aos sistemas adesivos de três etapas ou de três frascos. Os mesmos apresentaram na sua formulação monômero resinoso hidrofíla e hidrofóba, também, HEMA⁵¹ ou o PENTA no mesmo frasco, com resina de baixa viscosidade. Este tipo de sistema adesivo reduz a quantidade de etapas de aplicação, pois é um sistema adesivo mais simplificado e com técnica menos sensível.

O conceito de adesivos autocondicionantes ou *self-etching* é baseado na utilização de um monômero ácido polimerizável que condiciona e prepara a dentina com *primer* simultaneamente. Até recentemente, a maioria dos sistemas adesivos autocondicionantes apresentavam sua aplicação em duas etapas: o condicionamento ácido e aplicação do *primer* em conjunto e, em seguida, a aplicação do adesivo resinoso. Recentemente, surgiram os sistemas adesivos que associam as três etapas numa aplicação ou “tudo em um”.³²

Para a avaliação da resistência dos agentes de união na dentina podem ser utilizados os testes mecânicos de cisalhamento e o teste de tração. Porém a capacidade de reproduzir os dados laboratoriais depende da padronização de metodologias, devendo ser considerada a variabilidade dos substratos¹.

Outro tipo de teste para avaliar a resistência adesiva foi introduzido por Sano et al.⁶⁹, em 1994, no qual é observada a relação existente entre a área de superfície para a adesão e a resistência à tração de materiais adesivos. O experimento foi denominado de teste de microtração, sendo diferente dos testes de cisalhamento e de tração. Os autores encontraram uma relação inversa entre a área adesiva e a resistência de união. Portanto, o teste de microtração apresenta como peculiaridade a tendência de resultados em valores mais altos da resistência adesiva do que dos demais testes utilizados. Isto se deve ao fato de que o mesmo emprega uma área muito reduzida de adesão ($0,5\text{mm}^2$ – $1,0\text{mm}^2$), em relação aos demais testes ($0,7\text{mm}^2$ - 11mm^2).⁶⁹

Numa revisão de literatura realizada por Pashley et al.⁵⁸, em 1999, os autores discutiram sobre diversas maneiras de se testar a eficácia dos

sistemas adesivos, relatando o teste de microtração como alternativa para avaliar a interface adesiva. Este ensaio apresenta vantagens em relação aos outros testes como: favorecer o aparecimento de maior número de falhas adesivas quando a área avaliada é inferior a $2,0 \text{ mm}^2$ ^{19,26,60,70,71,91}, medir altos valores de força de união, poder avaliar a força de união em regiões restritas, permitir cálculos de valores em um único dente⁶³, permitir testes de união em superfícies irregulares, efetuar avaliação em pequenas áreas, facilitar a avaliação ao microscópio eletrônico de varredura^{18,57}, permitir a utilização de diferentes substratos como, dentina de dentes decíduos, dentina esclerótica e dentina afetada por cárie e, ainda, testar diferentes regiões no mesmo dente⁶¹.

Portanto, a proposta deste estudo foi avaliar comparativamente a resistência adesiva de diferentes sistemas adesivos a partir do teste de microtração.

REVISÃO DE LITERATURA

REVISÃO DE LITERATURA

Buonocore⁸, em 1955, obteve melhor adaptação da resina acrílica às margens da cavidade e diminuição da infiltração marginal, através do condicionamento ácido da superfície dental. Na pesquisa o autor utilizou o ácido fosfomobdato oxálico a 50% e o ácido fosfórico a 85%, na superfície de esmalte dos dentes. O condicionamento ácido em esmalte promoveu aumento da capacidade de umectação e aumento na área de superfície, diminuindo o ângulo de contato entre o material restaurador e o dente. O ácido fosfórico apresentou melhores resultados e maior facilidade de utilização.

No ano seguinte, 1956, Buonocore et al.⁷ relataram pela primeira vez a tentativa de adesão à dentina com a utilização de resinas acrílicas. O teste foi realizado *in vitro* para verificar a capacidade de selamento marginal e resistência à tração de um sistema adesivo juntamente com restaurações de resina acrílica confeccionadas em dentes humanos extraídos. Os autores obtiveram como resultados uma união forte com a superfície dentinária e a resistência de união poderia ser melhorada mediante o condicionamento ácido com o ácido clorídrico a 7% por um minuto. Os resultados demonstraram que o valor de adesão foi aproximadamente o dobro, quando comparado com o grupo onde o ácido não foi aplicado. Os valores iniciais obtidos foram de 53 Kg/cm², porém quando armazenados em água este valor diminuía consideravelmente. A

partir destes resultados os autores sugeriram que a adesão poderia ser devido a combinação química entre um dos sistemas constituintes da resina e a matriz orgânica.

Uma grande evolução ocorreu dentro da dentística restauradora com o aparecimento das restaurações a base de resina composta, onde Bowen⁶, em 1963, uniu a resina epóxica com a resina acrílica obtendo o bis-GMA (Bisphenol A glicidil metacrilato). Onde o éster reagia com o metacrilato da resina acrílica, dando a origem da resina de Bowen, no qual é a porção orgânica (matriz) da resina composta. Ainda com o objetivo de melhorar as propriedades físicas e químicas da resina proposta por Bowen foram adicionadas partículas inorgânicas associadas com o agente de união denominado de silano.

Em 1979, Fusayama et al.²³ avaliaram um novo sistema adesivo pela adesão sem pressão empregado num novo teste de tensão. O sistema adesivo era utilizado tanto em esmalte quanto em dentina bem como em tecido cariado e demonstrou uma forte união em todos os substratos testados. Entretanto o condicionamento ácido aumentou a adesão em dentina.

Nakabayashi et al.⁴⁵, em 1982, realizaram um estudo verificando a efetividade da solução 4-META na adesão de um cilindro de acrílico ao esmalte e à dentina (bovina e humana) condicionados com uma solução formada pela mistura de ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3%. Observaram que monômeros resinosos com grupamentos hidrófobos e hidrófilos, como o 4-META, infiltravam-se por entre as fibras colágenas expostas pelo tratamento ácido e, após sua polimerização, constituía-se uma zona mista, ácido resistente, de dentina desmineralizada permeada por resina, denominada de camada híbrida. Tal

camada promovia um aumento na resistência de união da resina composta à dentina. Este trabalho foi considerado um marco no estudo dos adesivos dentinários por ter demonstrado que a obtenção de uma ótima adesão não se dava exclusivamente pela formação de *tags* no interior dos túbulos dentinários, como se acreditava até então, mas principalmente pela retenção micro-mecânica dos agentes resinosos com as fibras colágenas da dentina intertubular.

Feilzer et al.²¹, em 1987, realizaram um trabalho sobre o estresse na resina composta em relação a configuração da restauração. Os autores utilizaram cilindros de resina composta, nos quais a quantidade de resina em volume corresponderia aos preparos idealizados por Black. Com esta comparação, os autores determinaram que para os preparos classe I e classe V o fator de configuração (fator C) era igual a 5,0, para os preparos classe II e classe III o fator estava entre 1 e 2 e para o preparos classe IV era de 0,5. A maioria das restaurações apresentaram aproximadamente valores entre 1 e 2. Quando $1 < C < 2$, os resultados laboratoriais simulando o aspecto clínico mostraram que houve rompimento coesivo espontâneo, não observado para outros valores. Clinicamente, talvez ocorresse falha adesiva, desde que o estresse de contração superasse a força de adesão com a dentina. Para valores do fator C acima de 2, todas as amostras apresentaram falhas coesivas. Um maior estresse de contração, associado com um valor de fator C maior, levou à diminuição da capacidade de escoamento da resina composta.

Pashley⁵⁶, em 1989, afirmou que a estrutura da dentina é incomum e que o número e tamanho dos túbulos mudam em relação a

profundidade da cavidade. Próximo à polpa, os túbulos são muito juntos e a presença de água é muito elevada. Próximo ao esmalte os túbulos são afastados ocupando menos que 1% da área em superfície. Quando o esmalte e a dentina são cortados, a superfície é coberta por uma camada aderente denominada de *smear layer*. Sua espessura é cerca de 1 μm e sua presença pode modificar a ação ideal da dentina. A baixa permeabilidade dentinária pode ser um fator de proteção. Entretanto, isto pode influenciar sobre a superfície dentinária e, portanto interferir com a tentativa de adesão dos materiais diretamente sobre a dentina. Se esta camada for removida, a dentina se tornará muito mais permeável e os fluidos podem extravasar pelos túbulos abertos que pode causar sensibilidade. Muitas tentativas têm sido realizadas para substituir a *smear layer* com materiais ácido resistentes para desenvolver a mesma função. A estrutura da *smear layer* tem sido estudada por microscopia eletrônica de varredura. Remover a camada de *smear layer* aumenta a resistência da adaptação e a adesão do material sobre a dentina, mas também pode aumentar a incidência de inflamação da polpa se a adesão não for uniforme ou permanente.

Retief et al.⁶⁷, em 1992 realizaram um estudo para determinar o efeito da aplicação do ácido fosfórico na dentina sobre a força de adesão. Para a realização do teste foram utilizados trinta dentes, sendo que para quinze destes dentes foi utilizado um condicionador de dentina aplicado sobre a dentina por 30 segundos e nos outros quinze dentes a *smear layer* com o condicionamento ácido fosfórico por 20 segundos. Os sistemas adesivos foram utilizados sobre a dentina condicionada e restauradas com a resina Bisfil – M. As amostras foram

armazenadas em soro fisiológico a 37°C por vinte e quatro horas. Os autores concluíram que a remoção da *smear layer* com ácido fosfórico reduziu a força de adesão. Para os autores o resultado foi inesperado, apesar do fato de que o sistema restaurador penetrou mais profundamente nos túbulos de dentina condicionada com o ácido fosfórico. A aplicação direta do ácido fosfórico na dentina não foi recomendada pelos autores até que fosse apresentada uma evidência histológica de que ela não produz resposta pulpar adversa.

Heymann & Bayne³¹, em 1993, revisaram na literatura os conceitos existentes em adesão, enfatizando os fatores relacionados à adesão em dentina. Os autores fazem um apanhado sobre os diversos fatores que interferem na adesão como os fatores dentinários, fatores do paciente, fatores dentários e fatores dos materiais. Alguns aspectos são levantados com as diferenças estruturais da dentina e do esmalte em relação a um mesmo dente, a presença da *smear layer*, a presença de esclerose dentinária, a localização do dente, a flexão dental, o tamanho e a forma das lesões, a idade do paciente e seu grau de stress oclusal, e finalmente, aspectos ligados ao adesivo utilizado bem como ao material restaurador colocado sobre ele. Os autores concluíram que a pesquisa tradicional sobre adesão dentinária tem focado sua atenção nos fatores do material, em detrimento de outras variáveis clínicas importantes. Fica claro que muitos outros fatores são tão importante quanto o sistema adesivo em si. Fatores dentinários, fatores dentários e fatores do paciente, bem como os fatores do material, devem ser indistintamente compreendidos.

Øilo & Austrheim⁵⁴, em 1993, avaliaram a qualidade dos testes *in vitro* para os adesivos dentinários, comparando dois ensaios mecânicos,

cisalhamento e tração. E ainda estudaram o efeito das condições de armazenamento dos espécimes na força de união de 4 sistemas adesivos. Para a realização do trabalho foram utilizados terceiros molares humanos livres de cáries. Estes tiveram as superfícies vestibulares desgastadas com lixa, com a finalidade de expor uma área de dentina com no mínimo 4mm de diâmetro. Depois de expostas, as superfícies dentinárias receberam, separadamente, tratamento com os adesivos Gluma, Scotchbond 2, Syntac e Scotchbond Multi-Purpose, de acordo com as especificações de cada fabricante. E em seguida, as superfícies foram restauradas com a resina composta. Os dentes foram divididos em dois grupos de espécimes, um para tração e outro para cisalhamento, foram armazenados por 24h em água, a 37°C, e um terceiro grupo foi armazenado por 24h em água, a 37°C e posteriormente termociclado em banhos de 5°C e 55°C, com tempo de permanência de 20 segundos em cada banho, somando um total de 500 ciclos. Após a realização dos ensaios mecânicos, as porções correspondentes à dentina de alguns espécimes, especialmente aqueles que ofereceram os maiores valores de força de união em cada grupo, foram preparadas e observadas ao microscópio eletrônico de varredura. Os resultados deste estudo mostraram que o sistema Gluma se comportou de maneira semelhante nas três condições de teste, entretanto, o sistema Scotchbond 2 apresentou valores de força de união significativamente menores quando da realização do teste de cisalhamento nos espécimes que sofreram termociclagem. Para os sistemas Scotchbond Multi-Purpose e Syntac não apresentaram diferenças em relação aos testes de cisalhamento e tração, contudo ambos mostraram valores de força união significativamente maior quando os espécimes foram submetidos a termociclagem.

A observação ao microscópio eletrônico de varredura indicou que, tanto no teste de tração quanto no de cisalhamento, os altos valores de força de união estavam relacionados com um número elevado de falhas coesivas, tanto no compósito quanto na camada adesiva. Em alguns espécimes a observação indicou tanto uma ruptura na camada superficial de dentina sob o stress de cisalhamento quanto à presença de fraturas em forma de pedaços de dentina que pareceram ter saltado sob o stress de tração. Os autores concluíram com este estudo que os testes de cisalhamento e tração parecem oferecer valores de magnitude comparável entre si, além de ser igualmente representativos como testes *in vitro* da qualidade dos adesivos dentinários. Ainda, os resultados encontrados no presente trabalho indicam que os adesivos dentinários modernos tem valores de força de união aumentados com relação aos seus predecessores.

Watanabe & Nakabayashi⁸⁵, avaliaram em 1993, a durabilidade da adesão das resinas fotoativadas na dentina de dentes bovinos com a presença da *smear layer*. A resina utilizada era composta de 5% em peso de metacrilato e 5% em peso de canforoquinona, fotoiniciador, e 5% de agente redutor. Após a polimerização do sistema adesivo as amostras foram restauradas com resina composta polimerizada por 60 segundos. As amostras foram armazenadas em água com temperatura de 37°C por um dia, 6 meses e 1 ano. Os resultados obtidos para a resistência adesiva foram de 6,7 MPa para 1 dia de armazenagem, 4,1 MPa para 6 meses de armazenagem e de 2,8 MPa para 1 ano de armazenagem. Exames na interface depois das amostras fraturadas sugerem que a resistência adesiva diminui quando armazenadas por longo período em água

enfraquecendo a adesão entre o sistema adesivo e a camada de *smear layer* por causa da insuficiente difusão do sistema adesivo sobre a camada de *smear layer*.

Carvalho et. al.¹⁶, em 1994, determinaram a resistência adesiva à dentina do sistema adesivo ScotchBond MP e do ionômero de vidro Variglass através do dispositivo de microtração. Neste estudo foram utilizados vinte terceiros molares com o esmalte oclusal mesial e distal removido por uma máquina de corte seriado e posteriormente a superfície de dentina era polida com lixa 600 e tratadas com sistemas adesivos. As restaurações com ionômero de vidro e de resina composta apresentavam altura em torno de 3 – 5 mm. As restaurações de resina composta foram realizadas pela técnica incremental. O tempo de armazenamento era de 24 horas e em seguida as amostras foram seccionadas em fatias com 0,5 a 3,0 mm de espessura. Estas fatias foram desgastadas e refinadas com pontas diamantadas de granulação super fina, formando uma curvatura suave com menor largura na região da interface adesiva. Antes da realização do teste as áreas das superfícies adesivas e a quantidade de dentina remanescente foram calculadas. Em seguida, com auxílio de um adesivo a base de cianoacrilato, as amostras foram fixadas no dispositivo de testes Bencor Multi – T, que estava acoplada à máquina de ensaios Instron. A velocidade de tração utilizada na máquina de ensaio era de 1 mm/min.. Com o auxílio do microscópio pôde-se observar o tipo de fratura apresentada pela amostra. Como resultado foi observado que houve uma relação inversa entre a resistência à tração e a área de superfície adesiva para os materiais testados e todas as falhas foram consideradas adesivas. A resistência adesiva do ionômero de vidro foi menor do que da resina composta. Os autores concluíram que a principal vantagem do teste de microtração é a

possibilidade de testar a resistência adesiva em pequenas áreas como dentina cariada e dentina esclerótica. Também foram ressaltadas outras vantagens como a obtenção de várias fatias por dente, essas fatias podem ser utilizadas tanto para microscopia eletrônica de varredura como para testes de microinfiltração em conjunto com o teste de microtração. O uso de pequenas áreas adesivas fornece maior quantidade de falhas adesivas, determinando menor variação nos resultados e facilita a manipulação das amostras.

Sano et al.⁶⁹, em 1994, avaliaram a relação entre a área de superfície para a adesão e a resistência de tração. Para a realização do trabalho foram utilizados vinte molares extraídos, no qual o esmalte da superfície oclusal era removido com discos de lixa. Os sistemas adesivos utilizados no trabalho foram Scotchbond Multi-Purpose, Clearfil Liner Bond 2 e o sistema *primer* do cimento ionômero de vidro Vitremer. Estes sistemas foram aplicados conforme as instruções dos fabricantes. Posteriormente as amostras foram restauradas com resina composta e com cimento ionômero de vidro, estas restaurações apresentavam entre 3 a 5 mm de altura. Após as restaurações, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas. Foram realizados cortes de aproximadamente 0,5 a 3 mm de espessura seguindo o longo eixo do dente. Em seguida foram realizados desgastes na interface dente/restauração. A área de adesão era calculada antes e depois do teste. Os valores da espessura e a largura variavam de 0,5 x 0,5 mm a 3 x 3mm. As amostras foram avaliadas pelo teste microtração utilizando o dispositivo de Bencor Multi – T com a cola a base de cianocrilato. A velocidade de tração era de 1 mm/min.. Para a verificação dos tipos de fratura foi utilizado o microscópio de dissecação com aumento de 10 X. Os

resultados demonstraram uma relação inversa entre a resistência à tração e a área de superfície aderida para os três sistemas adesivos. A maior resistência à tração obtida foi com o sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2 seguido pelo sistema Scotchbond Multi-Purpose e pelo sistema Vitremer. Para o sistema Clearfil Liner Bond 2 houve apenas 20% de variação na resistência à tração para as áreas de superfície aderida entre 1 e 3,5 mm² de forma que esta variação aumentou quando as áreas foram reduzidas para 0,25 a 0,75 mm². Foram encontradas fraturas coesivas em todos os espécimes do sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2 com área aderida maior que 7,17 mm². As amostras com área de adesão entre 2,31 a 7,17 mm² exibiram tanto falhas coesivas como falhas adesivas em dentina. As amostras com áreas menores que 2,31 mm² apresentaram falhas adesivas. Para o sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose, a mesma relação inversa foi observada entre a resistência à tração e a área de superfície aderida. A área de superfície variou entre 0,45 – 4,95 mm², e as falhas foram todas de natureza adesiva. Para o sistema Vitremer, os valores obtidos da força de união foram mais baixos do que os sistemas resinosos. As falhas apresentadas para o sistema Vitremer foram todas coesivas. Para os autores os resultados encontrados demonstraram a necessidade de novos testes de tração, porém com área de superfície pequena. Devido à grande variação dos resultados de tração em relação à área de superfície seria melhor usar áreas entre 1,6 a 1,8 mm² para os teste de microtração que utilizam esta técnica.

Watanabe & Nakabayashi⁸⁶, em 1994, realizaram uma revisão bibliográfica sobre vantagens e desvantagens dos métodos de avaliação da adesão no Japão. Os autores relatam que vários fatores afetam a adesão tais

como, substrato dentinário, condições de armazenamento, tipo de teste usado. Os testes de resistência adesiva são divididos em: testes de tração e teste de cisalhamento, sendo que este tem a vantagem de possuir equipamento de medida de fácil construção além de sofrer poucas influências da direção da carga aplicada. O teste de cisalhamento também é usado para se avaliar a união adesiva dos testes de durabilidade da união, como os testes de ciclagem térmica e armazenagem em longo prazo, e o exame por microscopia eletrônica. Os autores concluem que o teste de tração é o mais utilizado para se avaliar a união da resina à dentina no Japão, como resultado da influência de alguns pesquisadores que foram pioneiros nesta técnica. Ainda, seria de grande valia conhecer melhor o substrato dentinário e a composição dos adesivos, podendo-se então melhorar a confiabilidade da adesão, principalmente em testes *in vivo*.

Gwinnett & Yu²⁸, em 1995, avaliaram o efeito do armazenamento a longo prazo em água, seus efeitos na adesão e na integridade interfacial da resina composta aderida à dentina. Para a realização do teste foram estabelecidos quatro grupos com dez dentes em cada grupo. Os materiais utilizados foram All Bond 2 e Amalgabond restaurados com resina composta e posteriormente armazenados por vinte e quatro horas e 6 meses em água a 37°C. Os resultados obtidos foram para o sistema All Bond 2 de $32,68 \pm 7,12$ e $23,29 \pm 5,77$ (MPa) em vinte e quatro horas e 6 meses respectivamente. Para o sistema Amalgabond os valores foram $26,03 \pm 5,94$ e $12,90 \pm 6,90$ (MPa). A diferença entre os valores em diferentes tempos de imersão foi estatisticamente diferente.

Em 1995, Nakajima et al.⁴⁶, avaliaram a resistência á tração de três sistemas adesivos dentinários em dentina normal e dentina afetada pela cárie. Foram utilizados quarenta e sete dentes molares humanos extraídos e com lesões de cárie coronária. Os dentes foram desgastados com lixa 320 perpendicularmente ao longo eixo do dente, até a formação de uma área plana. Em seguida o tecido cariado era removido deixando a superfície dentinária afetada pela cárie no lado experimental e a área não afetada no lado contrário do mesmo dente. A dentina era polida com lixa 600 e através de sorteio aleatório, os dentes foram restaurados com diferentes sistemas adesivos. Os sistemas adesivos utilizados foram Scotchbond Multi – Purpose, All Bond 2 e o sistema Clearfil Liner Bond II, seguindo as instruções dos fabricantes. Uma coroa de 3 a 5 mm de resina composta foi construída pela técnica incremental. Em seguida os dentes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e posteriormente seccionados em fatias com aproximadamente 1 mm de espessura, e com auxílio de uma ponta diamantada foram realizados desgastes na interface adesiva. Os espécimes foram fixados ao dispositivo Bencor Multi – T com cola a base de cianocrilato, sendo que o conjunto era fixado numa máquina de ensaio universal de tração com velocidade de 1 mm/min.. Com o auxílio do microscópio óptico era determinado o tipo de fratura presente nas amostras. Posteriormente as amostras eram fixadas em formalina a 10% para a realização do teste de microdureza da dentina. Os resultados obtidos mostraram que a microdureza da dentina normal é duas vezes maior que a dentina afetada pela cárie, e que houve diferença com relação a resistência á tração tanto para o tipo de substrato quanto para o material utilizado. Para os sistemas adesivos All Bond 2 e Clearfil Liner Bond II o valor da

resistência á tração para a dentina normal foi duas vezes maior que o valor encontrado para a dentina afetada pela cárie, o sistema All Bond 2 apresentou 26,90 MPa e 13,97 MPa e para o sistema Clearfil Liner Bond II 29,52 MPa e 13,97 MPa respectivamente. O sistema Scotchbond Multi – Purpose obteve valores de resistência adesiva que não foram muito diferentes para a dentina normal e a dentina afetada pela cárie respectivamente 20,32 e 18,49 MPa. Em relação às falhas adesiva, os resultados determinaram que o teste de microtração não foi eficiente para determinar as falhas adesivas. Os autores concluíram que as variações morfológicas e químicas sofridas pela dentina durante um processo de cárie podem determinar uma redução da qualidade adesiva e que este efeito é dependente do sistema adesivo empregado.

Em 1995, Pashley et al.⁵⁸, realizaram uma revisão de literatura sobre os diversos métodos para se avaliar a adesão dos adesivos dentinários à estrutura dental. Foram analisados os substratos, dentina, as variáveis envolvidas no condicionamento ácido e na aplicação do sistema adesivo (*primer* e o adesivo), a armazenagem das amostras e os testes. Foram enfatizados os grandes avanços alcançados pelos sistemas adesivos com os altos valores obtidos à força de união à estrutura dentária. O estudo relacionado às fraturas tem demonstrado grande número de falhas coesivas, por este motivo os pesquisadores vem em busca de outros métodos para a avaliação na interface de adesão. Para tanto, novos testes têm sido desenvolvidos, como é o caso do teste de ensaio de microtração que apresenta como vantagens proporcionar maior número de falhas adesivas, medir altos valores de força de união, avaliar a resistência de união em regiões restritas, calcular os valores em único dente, permitir testes de união em superfícies

irregulares, avaliar a união em pequenas áreas e avaliação ao microscópio eletrônico de varredura. O teste de microtração apresenta como desvantagens técnica laboratorial trabalhosa e sensível, a dificuldade de obter valores menores que 5 MPa e a necessidade de um equipamento especial para a realização e a rápida desidratação das amostras devido ao seu tamanho reduzido. Deve-se utilizar dentes humanos extraídos para a realização do teste de microtração.

Silva e Souza Jr.⁷⁴, em 1995, realizaram uma revisão sobre os sistemas adesivos dentinários onde foi abordado o espectro relacionado com a evolução, considerações clínicas e o estágio atual. O autor classificou os sistemas adesivos em quatro gerações conforme a evolução das modificações dos materiais. Os sistemas adesivos de quarta geração foram os mais destacados, pois estes sistemas preconizam o condicionamento ácido total, ou seja, em esmalte e dentina e a impregnação da dentina pelos monômeros resinosos, para a formação da camada híbrida. Nesta revisão, ainda foram destacados os aspectos sobre as recentes metodologias de pesquisa existentes para a avaliação dos sistemas adesivos, os efeitos sobre a polpa e apresentação de casos clínicos. Como conclusão, o autor afirma que se torna importante para o profissional se atualizar, procurando compreender cada sistema adesivo encontrado no mercado.

Tay et al.⁷⁸, em 1996, observaram a micromorfologia da interface adesiva criada na dentina por dois adesivos de frasco único, que contém a acetona como solvente, sob diferentes condições de umidade dentinária. Quarenta e oito terceiros molares humanos extraídos tiveram suas raízes seccionadas ao nível da junção cimento-esmalte, bem como o esmalte oclusal removido por uma segunda secção paralela à primeira. A superfície dentinária exposta foi então

desgastada com lixa 600, condicionada com ácido fosfórico a 10% por 20 segundos e lavada com água destilada por 20 segundos. Os dentes foram aleatoriamente divididos em 4 grupos, baseado na quantidade de umidade remanescente na dentina: Grupo 1- secagem com jato de ar por 30 segundos; Grupo 2- secagem com jato de ar por 3 segundos; Grupo 3 – remoção do excesso de água com papel absorvente; Grupo 4 – adição de 20ml de água destilada sobre a dentina. Metade dos discos de dentina recebeu a aplicação do adesivo dentinário One-Step e a outra metade do adesivo Prime & Bond, de acordo com as instruções de cada fabricante. Os seis discos de dentina de cada sub-grupo foram unidos uns com os outros, em pares, com uso de uma fina camada de resina quimicamente polimerizável. Duas tiras, cada uma com aproximadamente 2 mm de largura, foram seccionadas de cada par de discos, perpendicularmente à superfície plana de dentina. As seis tiras de cada sub-grupo foram completamente desmineralizadas em EDTA e embebidas em resina para observação ao microscópio eletrônico de transmissão. Os resultados mostraram que o espectro micromorfológico dos dois sistemas adesivos foi essencialmente similar. Ambos foram afetados até mesmo por uma ligeira secagem da dentina, resultando em incompleta infiltração de resina na região intertubular. Uma ótima infiltração de resina nesta região foi conseguida quando a rede de fibras colágenas foi mantida úmida, esta não aparentando ser afetada pelo excesso de umidade. Por outro lado, a infiltração de resina na região intratubular foi severamente comprometida pela presença de excesso de água através dos túbulos dentinários e sua abertura na superfície de dentina. A continuidade da camada de resina se deteriorou e foram encontrados espaços em forma de bolhas, além de glóbulos de resina ao

redor dos orifícios tubulares e na superfície da camada híbrida. Em adição, um padrão de separação de fases complexo foi observado no adesivo Prime & Bond, este caracterizado pela inversão de fases na presença de umidade superficial. Os autores concluíram com este estudo que a “janela de oportunidade” para uma ótima integridade interfacial para ambos os sistemas adesivos testados parece depender da manutenção da rede de fibras colágenas com umidade, completada pela completa evaporação do excesso de água e da água deslocada dos tecidos, antes da fotopolimerização dos sistemas adesivos.

Tay et al.⁷⁹, em 1996, observaram ao microscópio eletrônico de transmissão a interface adesiva formada entre um adesivo de dois frascos, baseado em água e acetona, e a dentina condicionada, na presença de excesso de água. Foram confeccionados vinte e quatro discos de dentina, cada um com espessura aproximada de 1mm, foram preparados a partir de terceiros molares humanos extraídos. Os discos foram produzidos cortando-se os dentes em duas secções paralelas, a primeira sobre a junção esmalte-cimento e a segunda na superfície oclusal. Uma superfície plana de dentina, livre de remanescentes de esmalte, foi conseguida polindo-se cada disco com lixa 600. A dentina foi então condicionada com ácido fosfórico a 10% por 20 segundos, lavada com água destilada por 20 segundos e tratada com o adesivo All-Bond 2. Foram estabelecidos três grupos de tratamento, cada um contendo oito discos distribuídos aleatoriamente, sendo eles: Grupo 1 – superfície condicionada foi ligeiramente seca com jatos de ar por 3 segundos, paralelo à superfície, a uma distância de 20cm; Grupo 2 – superfície condicionada teve o excesso de água removido com papel absorvente; Grupo 3 – a superfície condicionada foi saturada

com uma quantidade adicional de 40ml de água destilada. Após a aplicação do sistema adesivo, os espécimes foram preparados e observados ao microscópio eletrônico de transmissão. Os resultados deste estudo mostraram que não houve correlação entre o fenômeno da dentina intertubular impregnada (hibridização) e integridade facial total. O deslocamento da água pelos solventes voláteis do *primer* resultou na formação de uma camada de dentina impregnada por resina nos três grupos, contudo, a interação do *primer* com a água “deslocada” residual, seguida pela evaporação dos solventes voláteis, resultou em uma separação de fases dos componentes do *primer*. Os caracteres ultraestruturais observados como espaços em forma de bolhas na dentina, previamente preenchidos por água, nos grupos com presença de umidade e com excesso de umidade, recapitularam o que foi observado nos túbulos dentinários parcialmente preenchidos por água no grupo seco com jato de ar por 3 segundos. O fenômeno do sobre-umedecimento aparentou ser um resultado de uma emulsão de polimerização, envolvendo interações irreversíveis dos componentes bifuncionais solúveis em água do *primer* com aqueles que são imiscíveis em água, através da formação de micelas, resultando na ausência total de integridade interfacial.

Yoshiyama et al.⁸⁹, em 1996, avaliaram a força de regional de três sistemas adesivos à dentina esclerótica. Para a realização do teste foram utilizados dentes pré - molares humanos extraídos por problemas periodontais e foram separados em dois grupos: Grupo 1 – dentes com lesões naturais, constituídos por 15 dentes que exibiram defeitos em cunha na região cervical da superfície vestibular radicular e Grupo 2 – dentes com lesões artificiais, constituídos por dentes que não exibiram nenhum tipo de lesão cervical. No Grupo

2, os defeitos foram constituídos por pontas diamantadas em alta rotação. Posteriormente os dentes foram classificados em quatro categorias para a dentina esclerótica. Desta maneira, o Grupo 1 foi classificado nas categorias 3 e 4, ou seja, 50% ou mais de dentina esclerótica presente. Em seguida foram realizadas restaurações e os espécimes foram seccionados verticalmente, sendo as secções examinadas ao microscópio com aumento de 10 a 30 vezes para seleção de uma área com aproximadamente 0,7 a 1,0 mm, apresentando exclusivamente dentina esclerótica translúcida (Grupo 1) ou dentina normal (Grupo 2). Após o ensaio mecânico, cada secção era examinada em microscópio eletrônico para verificar se a seleção do grupo foi a correta. Os sistemas adesivos utilizados no trabalho foram All Bond 2, Clearfil Liner Bond 2 e Scotchbond Multi – Purpose, de acordo com as normas de instruções de cada fabricante. Previamente as restaurações foram realizadas utilizando os sistemas adesivos anteriormente citados e posteriormente foi utilizado um compósito de baixo módulo de elasticidade (Protect Liner Bond) em único incremento. Após a restauração finalizada, estas foram armazenadas em água destilada por 24 horas a 25°C. Uma vez vencido o tempo de armazenamento, as superfícies de resina, esmalte e dentina foram secados, condicionados com ácido presente em cada sistema adesivo, posteriormente foram utilizados os sistemas adesivos com a finalidade de que fosse inserida uma quantidade adicional de resina composta para aumentar o corpo da restauração. As amostras foram seccionadas em série, resultando em quatro secções por dente, onde cada amostra apresentava de 0,7 a 0,8 mm de espessura, onde a interface foi desgastada com o auxílio de uma ponta diamantada para formar uma curva tênue. De cada secção obtida duas foram testadas para a adesão oclusal e

duas para a adesão gengival. As espessuras de dentina remanescentes foram calculadas para cada fatia, medindo-se a distância entre o local da adesão e o corno pulpar mais próximo. As amostras foram submetidas ao teste de microtração com velocidade de 1,0 mm/min e analisados ao microscópio ótico para a classificação das fraturas. Os espécimes fraturados foram preparados e avaliados quanto à dureza da região da interface e observado em microscopia eletrônica de varredura. Os resultados deste trabalho indicaram que não existem diferenças regionais na força de união, apesar dos valores para a adesão em lesões naturais serem de 20 a 45% mais baixos do que aqueles obtidos à dentina normal. O teste de microdureza mostrou que a dureza na região gengival foi menor do que na região oclusal, mas não foi diferente para as dentinas normais e esclerótica. Os resultados também não correlacionaram entre a força de união, espessura de dentina remanescente e microdureza. A análise das fraturas não revelou a presença de fraturas coesivas em dentina para qualquer amostra, bem como mostrou não ter diferença na porcentagem de fraturas adesivas e mistas entre lesões artificiais e naturais ou entre lesões gengivais e oclusais. O sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2 apresentou camada híbrida mais fina, no qual foram mais difíceis de serem medidas em lesões naturais. Apesar dos valores de resistência adesiva serem menores em dentina esclerótica do que em dentina normal, os valores absolutos foram altos entre 16 a 17 MPa em relação a sistemas adesivos de gerações anteriores.

Watanabe et al.⁸⁷, em 1996, avaliaram a influência da orientação dos túbulos dentinários na resistência ao cisalhamento da dentina. Para a realização do teste foram utilizados terceiros molares seccionados e

posteriormente foram preparados para proporcionar duas localizações nas amostras, no centro do dente e na cúspide e com uma das três orientações específicas dos túbulos. No grupo 1 foram combinados os pares das amostras do terço médio com duas orientações dos túbulos. No grupo 2 foram utilizadas três amostras do centro e da área de cúspide e foram testados três diferentes orientações dos túbulos. Cada amostra tinha a dimensão de aproximadamente 1 x 1 x 5 mm e foram testadas de maneira hidratada. Como resultado as amostras do grupo 1 obtiveram valores de resistência de $72,4 \pm 15$, MPa e $78,4 \pm 13,2$ MPa, e não foram estatisticamente significante. Para o grupo 2, as amostras do centro com túbulos paralelos não apresentaram diferenças significativas, e obtiveram média de valores de $53,5 \pm 9,5$ MPa. As amostras com túbulos orientados ao longo eixo do dente e testados com uma força perpendicular ao túbulo apresentaram resistência de $78,0 \pm 8,5$ MPa. As amostras da área de cúspide não apresentaram diferenças estatísticas com respeito às três orientações ($83,6 \pm 8,4$; $\pm 13,8$; $91,8 \pm 12,7$ MPa). A área de cúspide foi mais resistente do que a área central em duas das três orientações testadas. Os resultados indicam que a resistência ao cisalhamento difere nas áreas de cúspide e no centro e depende da orientação da dentina tubular na região central. Isto sugere que a resistência ao cisalhamento da dentina esta longe em excesso da resistência da dentina aderida ao adesivo em testes de cisalhamento, e que as fraturas da dentina resultam no defeito ou stress de concentração da dentina.

Chappel et al.²⁰, em 1997, realizaram um estudo com a finalidade de determinar o tamanho da amostragem e de estabelecer uma metodologia

padrão para o teste de microtração. Foram utilizados no estudo seis terceiros molares recentemente extraídos e tiveram seu terço oclusal da coroa abrasionado por uma lixa 320, esta superfície foi condicionada com ácido fosfórico e tratada com sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose e posteriormente restaurados com resina composta Z-100. Em seguida, as amostras foram seccionadas em cortes de no mínimo cinco secções com espessura de $1,0 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$, tendo sua porção central desgastada para se obter uma área de teste com $17 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}^2$. Cada amostra era fixada ao dispositivo de testes Bencor Multi – T, acoplada à máquina Instron modelo 1125 e testado com velocidade de tração $0,5 \text{ mm/min}$. As médias de resistências para dentina externa, intermediária e interna foram $30,4 \pm 7,2 \text{ MPa}$; $32,3 \pm 6,4 \text{ MPa}$ e $25,5 \pm 6,0 \text{ MPa}$, respectivamente e para todos os grupos foi de $30,1 \pm 6,9 \text{ MPa}$. Neste ocorreram seis fraturas coesivas em dentina, sendo trinta o total de amostras testadas. Os autores concluíram que o número das amostras mais adequado para futuro testes de resistência à união entre dentina/adesivo por microtração deveria ser de 27 amostras ou seis dentes.

Nakajima et al.⁴⁷, em 1997, avaliaram a resistência à tração da resina composta na dentina afetada pela cárie em comparação com a dentina normal. Foram utilizados dez molares humanos extraídos apresentando lesão de cárie coronária. Os dentes tiveram a superfície oclusal desgastada com lixa 320 até a formação de uma superfície plana de dentina. A seguir, todo o tecido cariado foi removido deixando um lado do dente com a dentina afetada e do outro lado com dentina normal. Posteriormente, foi utilizada a lixa 600 para polimento da superfície dentinária. Foi utilizado o ácido fosfórico a 37% e, posteriormente, a superfície foi lavada com o objetivo de manter a superfície dentinária úmida. Os

espécimes foram divididos em dois grupos com cinco dentes para cada grupo. Os sistemas adesivos utilizados foram Scotchbond Multi – Purpose (SMP) e One – Step (OS), seguindo as instruções dos fabricantes e posteriormente restaurados com resina composta APX. Os dentes foram armazenados por 24 horas em temperatura de 37°C posteriormente, as amostras foram seccionadas verticalmente em fatias com 0,7 mm de espessura. As amostras foram fixadas no dispositivo Bencor Multi – T para a realização do teste de microtração com velocidade de 1 mm/min.. Os valores de resistência obtidos foram de $41,0 \pm 15,2$ MPa para o sistema Scotchbond Multi – Purpose e $47,5 \pm 10,4$ MPa para o sistema e One – Step. Os resultados não foram significantes entre si. Como conclusão os dois sistemas adesivos se comportaram de maneira semelhante em ambos os substratos quando a técnica úmida era utilizada.

Pashley & Carvalho⁵⁷, em 1997, fizeram revisão de literatura sobre a estrutura da dentina relacionada com a adesão. Os autores descreveram a importância da permeação da resina adesiva nos espaços criados entre as fibras colágenas pelo condicionamento ácido durante os procedimentos adesivos. Caso a resina não infiltrasse adequadamente, pode ocorrer queda dos valores de força de união, além de haver a exposição das fibras colágenas desprotegidas à degradação hidrolítica. A não penetração da resina para o interior dos túbulos dentinários para a realização do selamento da superfície dentinária pode ocasionar o aumento do risco de sensibilidade dentinária e irritação pulpar devido à infiltração de produtos bacterianos ao redor dos *tags* de resina. Os autores discutem os vários fatores que podem influenciar a adesão, tais como a permeabilidade dentinária, a umidade da dentina e a presença de dentina

anormal. Ainda os autores discutiram os aspectos ligados às metodologias de avaliação da adesão, como os testes de resistência adesiva e o teste de microinfiltração. Os autores concluíram a importância do entendimento das características da permeabilidade dentinária para a compreensão da adesão. Sobre a matriz de dentina desmineralizada, os autores afirmaram que a dentina se apresenta de maneiras diferentes nos estados secos e úmidos, existindo evidências acumuladas e que as mudanças estruturais produziam profundas alterações na permeabilidade da matriz dentinária aos monômeros resinosos. Apesar dos maiores avanços em relação aos adesivos dentinários terem ocorrido na última década, os fabricantes deveriam aplicar os resultados obtidos, considerando a dentina sujeita à larga variedade de condições.

Um resumo publicado em 1997, Schereiner et al.⁷¹, avaliaram a resistência adesiva de cinco sistemas adesivos de diferentes marcas comerciais. Os autores compararam os ensaios de microtração, cisalhamento e os padrões de fraturas gerados pelos testes. Foram utilizados trinta terceiros molares extraídos, nos quais foram divididos em cinco grupos e a resistência à tração era determinada para os seguintes sistemas adesivos: Scotchbond Multi – Purpose com ácido maleico (SM); Scotchbond Multi – Purpose Plus com ácido fosfórico (SF); Scotchbond Multi – Purpose (SBP); Clearfil Liner Bond (CL) e Prime & Bond (PB). O terço oclusal da coroa era removido e a superfície dentinária sistemas adesivos para serem restauradas com resina composta Z-100. As amostras foram seccionadas em fatias no sentido longitudinal, em seguida, tiveram a interface adesiva desgastada, resultando em amostras com áreas adesivas de aproximadamente $1,7 \text{ mm}^2 \pm 0,1 \text{ mm}^2$. Após um período de 24 horas de incubação

em temperatura de 37°C, as amostras foram testadas numa máquina Instron 1125 com velocidade de 0,5 mm/min.. As amostras fraturadas foram observadas por microscopia eletrônica de varredura e obtiveram os seguintes valores de resistência à tração: SM=24,6 ± 3,4 MPa; SF=28,8 ± 9,8 MPa; SBP= 22,7 ± 1,8 MPa; PB = 25,5 ± 7,4 MPa e CL= 36,6 ± 4,8 MPa. O resultado estatístico apresentou diferenças entre os grupos adesivos CL e PB, SM e SBP. Para o teste de cisalhamento, os resultados obtidos foram: SM=19,4 ± 4,4 MPa; SF=24,5 ± 8,4 MPa; SBP= 15,3 ± 4,9 MPa; PB = 23,2 ± 7,1 MPa e CL= 24,8 ± 3,5 MPa, a análise estatística não apresentou diferença significativa entre os materiais. A análise de fraturas demonstrou que o adesivo CL apresentou um numero significantes de fraturas coesivas na dentina e na resina composta (10/30) no teste de microtração. O teste de cisalhamento forneceu um numero significativo maior de falhas na dentina e no compósito (17/35) do que o teste de microtração (16/150). O teste de microtração apresentou maior numero de falhas adesivas do que o teste de cisalhamento. O sistema adesivo Clearfil Liner Bond é significativamente mais resistente que os sistemas adesivos Prime & Bond, Scotchbond Multi-Purpose associado ao ácido maleico e Scotchbond Multi – Purpose Plus. Entretanto o adesivo Scotchbond Multi – Purpose com ácido fosfórico revelou-se mais forte que o adesivo Clearfil Liner Bond.

Análise da força de adesão pelo teste de microtração para avaliar a falha adesiva de dois sistemas adesivos dentinários, foi o objetivo de Armstrong et al.¹, em 1998, com a utilização da microscopia eletrônica de varredura para observar o tipo de falha ocorrida em cada amostra. Para a realização do teste foram utilizados seis molares humanos extraídos, cortados na superfície oclusal

para exposição da dentina. Posteriormente as amostras foram lixadas com a finalidade de se obter uma superfície sem esmalte e polida. Os dentes então foram divididos em dois grupos. Os dentes foram condicionados e restaurados com resina composta Prodigy, com incrementos de 1 a 2 mm de espessura, formando um bloco de resina composta com 6 mm de altura. Os sistemas adesivos utilizados no teste foram o All Bond 2 e OptiBond FL. Os dentes foram armazenados por 24 horas, fixados em bloco de gesso e posteriormente foram seccionados obtendo sete fatias. A seguir cada fatia era removida do gesso e na porção da interface adesiva era realizado um chanfrado em forma de curva obtendo uma área de superfície de união de $0,5 \text{ mm}^2$. As amostras foram armazenadas novamente por sete dias e posteriormente foram acopladas a máquina de testes Zwick e testadas sob tração com velocidade de 1 mm/min.^{-1} até o rompimento. A porção de dentina que sofreu a ruptura era preparada e observada no microscópio eletrônico de varredura para avaliação do tipo de fratura obtida. Os resultados obtidos para o sistema All Bond 2 foram em média de $40,7 \pm 9,0 \text{ MPa}$ e para o grupo do OptiBond FL $34,0 \pm 7,7 \text{ MPa}$. Para avaliação, as fraturas foram divididas em fraturas na união ou mista (19/20) e no substrato (21/40). O sistema adesivo All Bond 2 produziu sete fraturas na interface, enquanto o sistema OptiBond FL apresentou 12 fraturas do total de vinte. Os autores concluíram que não houve diferença entre os grupos com relação à resistência à tração ou tipo de falhas. O tipo de falha produzido era igualmente dividido em falha coesiva no substrato com envolvimento da interface e falhas com envolvimento do substrato, não apresentando, portanto nenhuma falha verdadeira na interface.

Bevilacqua⁴, em 1998, realizou uma revisão de literatura com a finalidade de observar a utilização do ácido fosfórico sobre a superfície dental. A conclusão do autor foi que a maioria dos autores recomenda um tempo de 15 segundos para o condicionamento em dentina com o ácido fosfórico a 37%, para as concentrações de 10 a 20% o tempo seria de 20 segundos, o tempo de uso do ácido maleico a 10% pode variar de 15 a 60 segundos, o EDTA não remove o *smear plug* e os espessantes adicionados a algumas substâncias condicionadoras prejudicam a desmineralização.

Cardoso et al.⁹, em 1998, realizaram um estudo para determinar a força de adesão entre a dentina e três sistemas adesivos pelo teste de microtração, cisalhamento e de tração. Para a realização dos testes foram utilizados dentes extraídos e posteriormente embebidos em resina acrílica formando um bloco. Em seguida, os blocos foram desgastados de maneira que se expunham três porções de dentina, onde em cada face era realizado um teste diferente. Para o teste de cisalhamento e de tração era aplicado o sistema adesivo e eram restaurados com cones de resina composta com 3 mm de altura e 3mm de diâmetro. Para o teste de microtração eram realizadas restaurações de 5 mm de altura. Com o auxílio de um disco de diamante foram realizados cortes para a obtenção de *palitos* com 0,25 mm² de secção transversal retangular, submetido à força de tração com velocidade de 0,5 mm/min.. Os sistemas adesivos avaliados foram Scotchbond Multi – Purpose Plus, Single Bond e Etch & Prime 3.0. Como resultado obtido não houve diferença estatisticamente significante entre os grupos para o teste de microtração. Para o teste de cisalhamento e de tração o sistema adesivo Single Bond apresentou valores maiores que o sistema adesivo Etch &

Prime 3.0. Comparando os três sistemas adesivos, o teste de microtração apresentou os maiores e menores valores para o coeficiente de variação. O sistema adesivo Single Bond obteve os maiores valores de adesão do que em relação ao sistema autocondicionante.

Carvalho¹⁷, em 1998, realizou uma revisão de literatura sobre os sistemas adesivos. Nesta revisão o autor comenta sobre os princípios de adesão do esmalte e da dentina, conceitos atuais de adesão, condicionamento ácido, fatores que contribuem para a formação da camada híbrida, nanoinfiltração, qual tratamento utilizado pela análise do substrato e apresentação de casos clínicos.

Schreiner et al.⁷², em 1998, avaliaram a força de união pelo teste de microtração e cisalhamento de cinco marcas comerciais de sistemas adesivos dentinários, além de comparar os dois tipos de teste. Foram utilizados 75 terceiros molares humanos extraídos, sendo 30 para o ensaio de microtração e 35 para o teste de cisalhamento, divididos em 5 grupos, sendo um grupo para cada sistema adesivo dentinário. Os adesivos avaliados foram: Scotchbond Multi-Usa com ácido maleico, Scotchbond Multi-Usa com ácido fosfórico, Scotchbond Multi-Usa Plus, Clearfil Liner Bond e Prime & Bond. Os locais de fratura foram observados após o término dos testes, pela microscopia ótica e microscopia eletrônica de varredura, com o objetivo de verificar o tipo de fratura envolvida. O ensaio de microtração mostrou que o adesivo Clearfil Liner Bond apresentou valores de força de união significativamente maiores do que os demais adesivos, contudo os cinco sistemas testados não se apresentaram diferenças estatísticas com relação à força de união para o ensaio de cisalhamento. O teste de cisalhamento produziu significativamente um número maior de fraturas na dentina e na resina do que o

teste de microtração. Os autores concluíram que o adesivo Clearfil Liner Bond apresentou valores de força de união significativamente maiores ao teste de microtração e que este teste foi quem produziu uma avaliação mais definitiva da força de união quando comparado ao teste de cisalhamento.

Tay et al.⁸⁰, em 1998, observaram ao microscópio eletrônico de transmissão a micromorfologia da camada híbrida formada entre o adesivo Scotchbond Multi-Purpose, que apresenta água na sua composição, e a dentina, sob diferentes condições de umidade. Foram utilizados 28 discos de dentina, cada disco apresentava uma espessura aproximada de 1mm. Os discos foram preparados a partir de terceiros molares humanos livres de cárie. Inicialmente um corte transversal foi realizado nos dentes ao longo da junção amelo-cementária e em seguida outro corte, paralelo ao primeiro, para remover o esmalte oclusal. Como resultado dos cortes foi obtida uma superfície plana de dentina, livre de remanescentes de esmalte. Em seguida, as superfícies dentinárias foram polidas com lixas 600 e condicionadas com ácido maleico a 10%, por 15 segundos, lavadas por 20 segundos e divididas em cinco grupos: Grupo I – superfície seca com jatos de ar por 30 segundos, a uma distância de 20 cm + aplicação do *primer* e do adesivo; Grupo II - superfície seca com jatos de ar por três segundos, a uma distância de 20 cm + aplicação do *primer* e do adesivo; Grupo III – remoção do excesso de umidade usando papel absorvente + aplicação do *primer* e do adesivo; Grupo IV – foi adicionada 20 µml de água destilada na superfície dentinária + aplicação do *primer* e do adesivo; Grupo V – dentina seca com jatos de ar por três segundos, a uma distância de 20 cm + aplicação de um *primer* experimental,

semelhante ao *primer* do adesivo testado. Os discos de dentina foram preparados para observação ao microscópio eletrônico de varredura. Os resultados deste estudo mostraram que em todos os grupos a difusão do copolímero do ácido polialquênico contido no *primer* do sistema Scotchbond MP estava localizado na região superficial da camada híbrida. A parte remanescente da zona híbrida (região sub-superficial) apresentou-se variável. No Grupo I, as fibras colágenas estavam colapsadas; nos Grupos II e III, as fibras colágenas coradas estavam circundadas por largos espaços interfibrilares eletro-luscentes; no Grupo IV, um gradiente de difusão marcado foi observado, representando uma diluição de parte dos componentes do *primer*. Uma fase eletro-densa de *primer*, contendo regiões globulares elétron-luscentes foi invariavelmente observada, independente do estado de hidratação da matriz de colágeno. Esta fase esteve ausente quando o HEMA sozinho foi usado como *primer* (Grupo V). Os autores concluíram com este estudo que com o uso de um adesivo a base de água é possível secar a dentina brevemente e permitir que a água presente no *primer* re-hidrate a matriz colágena colapsada, sem o risco de incompleta hibridização ou selamento dos túbulos ao longo da interface adesiva. A ausência de bolhas ao longo da interface resina-dentina sugere que a técnica de uso de um *primer* baseado em água é menos sensível que aquela que lança mão de *primers* a base de acetona, entretanto, cuidado deve ser exercitado de modo a minimizar a diluição dos componentes solúveis em água presentes no *primer*. Ainda, os autores enfatizam que um aspecto observado neste estudo é a aparente ocorrência de espaços interfibrilares eletro-luscentes nos grupos II e III, o que parece substantiar a ausência de material resinoso entre as fibras colágenas em algumas partes da camada híbrida.

Terada et al.⁸², em 1998, mediram a adesão de dois sistemas adesivos simplificados One Step (Bisco) e Single Bond (3M/ESPE), a superfície planas de dentina e determinar as forças de adesão das amostras em relação à sua localização. Para a realização do teste foram utilizados terceiros molares extraídos e tiveram suas coroas seccionadas transversalmente para uma superfície mediana de dentina plana. Após as restaurações com resina composta Z-100 as amostras foram armazenadas em água destilada durante vinte e quatro horas e em seguida as amostras foram seccionadas com o objetivo de obter *palitos* com área de secção de 0,7 mm². Cada *palito* foi identificado com cores de acordo com a localização na superfície dentinária e individualmente, testados quanto à tensão até a falha. Os resultados foram expressos em MPa e não houveram diferenças significantes entre as forças de adesão para os dois sistemas testados. Ambos os materiais apresentaram forças de adesão obtidas a partir da região central da dentina foram significativamente menor que aquelas obtidas na periferia.

Van Meerbeek et al.⁸³, em 1998, compararam através de microscopia eletrônica de transmissão a morfologia da interface resina/dentina produzida por dois sistemas adesivos com *primers* a base de água, onde o substrato apresentava diferentes condições de hidratação. Para a realização do teste foram utilizados terceiros molares humanos, onde as raízes foram cortadas e o esmalte oclusal removido através de dois cortes paralelos, o primeiro na junção cimento-esmalte e o outro na face oclusal. Foram obtidos então discos de dentina com 1mm de espessura que em seguida foram lixados com lixa 600 por 60 segundos para produção da *smear layer* padronizada. As superfícies foram

condicionadas com ácido fosfórico a 37,5% do sistema adesivo Optibond ou ácido maleico a 10% presente no sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose, de acordo com as instruções de cada fabricante. Em seguida, as amostras foram lavadas e quatro situações de pós-condicionamento foram criadas: 1 – pela técnica seca com gentil secagem, que era a secagem da dentina com jatos de ar por cinco segundos; 2 – técnica seca, ou seja, com severa secagem da dentina com jatos de ar por 15 segundos; 3 – técnica úmida, com ligeira secagem com ar e 4 – técnica úmida, com remoção do excesso de umidade com bolinha de algodão seca. Para as técnicas úmidas, foi tomado cuidado para se deixar a superfície de dentina condicionada brilhante e visivelmente hidratada. A seguir, os discos receberam tratamento com os respectivos *primers* e resinas adesivas, para serem então seccionados perpendicularmente à interface adesiva em duas metades, cada metade foi dividida em três ou quatro secções retangulares paralelas à interface. Todas as secções de dentina foram desmineralizadas e fixadas em solução ácida de formaldeído-fórmico a 10% por 36 horas. Posteriormente, a preparação dos espécimes foi feita para observação ao microscópio eletrônico de transmissão, de acordo com os procedimentos comuns para este tipo de estudo. Os resultados desta investigação mostraram que uma camada híbrida morfolologicamente bem organizada, com fibras colágenas permeadas por resina em pequenos canais interfibrilares, foi formada pelo sistema Optibond de maneira consistente. O adesivo Scotchbond MP produziu uma zona híbrida com ultra-estrutura mais variável, fibras colágenas com contornos menos distintos e uma fase elétron-densa característica formada na superfície. Não foram encontradas maiores diferenças na ultra-estrutura da camada híbrida quando os dois sistemas

adesivos foram aplicados, tanto em dentina úmida quanto em dentina seca. Quando os adesivos foram aplicados na técnica seca, não foi observada evidência de colágeno desmineralizado colapsado ou incompletamente infiltrado por resina. Ainda, quando os dois adesivos foram aplicados na dentina úmida, não foram encontrados sinais aparentes do fenômeno do *overwetting* (excesso de água), o que poderia indicar que a água foi removida de maneira não efetiva. Os autores concluíram que provavelmente a quantidade de água presente nos *primers* dos dois sistemas testados foi suficiente para hidratar e expandir a rede de fibras colágenas gentilmente secada por ar e colapsada.

Num trabalho realizado por Yoshiyama et al.⁹⁰ em 1998, avaliaram a força de tensão de várias porções do dente humano na região de esmalte e dentina, e ainda observaram a interface adesiva de dois sistemas adesivos autocondicionantes comercialmente disponíveis no mercado para a avaliação por microscopia eletrônica de varredura. Para a realização do trabalho foram utilizados doze dentes terceiros molares para o ensaio mecânico e quatro dentes para a visualização na microscopia. O esmalte e dentina foram desgastados na superfície lingual formando uma cavidade no terço médio da dentina se estendendo da coroa para a região apical. Os sistemas adesivos utilizados foram o Clearfil Liner Bond 2 e o sistema Fluoro Bond e as cavidades foram restauradas com resina composta. Para a confecção das amostras para a realização do teste, os dentes foram fatiados serialmente no sentido vestibulo/lingual, em seguida era realizado um desgaste na interface adesiva para determinar uma área de 1 mm² para o teste de microtração. Como resultado os sistemas Clearfil Liner Bond 2 e o sistema Fluoro Bond apresentaram maior força adesiva no terço cervical, oclusal e no terço médio

da raiz do que em esmalte e da dentina apical. A microscopia eletrônica de varredura mostrou a espessura da camada híbrida dos sistemas adesivos que foi de aproximadamente 1,0 μm na oclusal, cervical e no terço médio da raiz, e menor que 0,5 μm na dentina apical. Estes resultados sugerem que os sistemas autocondicionantes produzem boa adesão na região oclusal, cervical e no terço médio de dentina radicular, pela formação de uma fina camada, mas a adesão ao esmalte e a dentina na região apical deveriam ser melhoradas.

Em 1999, Hanning et al.²⁹, avaliaram pelo teste *in vitro* a força de união da resina composta ao esmalte e a adaptação marginal de restaurações de resina composta em cavidades classe II utilizando três sistemas adesivos autocondicionantes e um sistema adesivo que utiliza o condicionamento ácido em esmalte. Este estudo foi realizado em duas etapas, sendo utilizados 24 dentes bovinos extraídos embebidos em resina acrílica na primeira etapa. Estes dentes tiveram suas superfícies vestibulares desgastadas com lixas tendo como finalidade de expor uma área plana de esmalte. Após o desgaste os dentes foram divididos em quatro grupos com seis dentes em cada grupo. Cada grupo recebeu o seguinte tratamento: Grupo I – sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2 + resina composta Clearfil AP-X; Grupo II – sistema adesivo Etch & Prime 3.0 + resina composta Degufil Mineral; Grupo III – sistema adesivo Resuclin AquaPrime/MonoBond + resina composta Ecusite e Grupo IV – condicionamento ácido fosfórico a 37% + sistema adesivo Ecusit – Mono + resina composta Ecusite. O teste de cisalhamento foi realizado com uma máquina de ensaio T22K com velocidade de 1 mm/min., e os resultados obtidos foram: Grupo I= $24,2 \pm 3,0$ MPa; Grupo II= $21,9 \pm 1,4$ MPa; Grupo III= $34,0 \pm 3,6$ MPa e Grupo IV= $26,3 \pm 1,8$ MPa.

O teste estatístico ANOVA revelou uma diferença significativa no teste de cisalhamento entre os grupos, exceto entre os Grupos I e II e Grupos III e IV. Na segunda etapa do trabalho foram confeccionadas 24 cavidades padronizadas de classe II em dentes humanos extraídos, no qual a caixa proximal se estendia a 1 mm acima da junção cimento – esmalte. Os dentes foram divididos em quatro grupos com seis espécimes em cada grupo. As cavidades foram restauradas com os sistemas adesivos autocondicionantes: Grupo I – sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2; Grupo II – sistema adesivo Etch & Prime 3.0; Grupo III – sistema adesivo Resuclin AquaPrime/MonoBond e restauradas com resina composta. No Grupo IV as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% e foi aplicado o sistema adesivo Ecusit – Mono e posteriormente foram restauradas com resina composta Ecusite. Para a avaliação quantitativa da adaptação marginal foi utilizado um microscópio eletrônico de varredura. Anteriormente a análise microscópica, as amostras foram submetidas à ciclagem térmica de 2500 ciclos em temperatura de 5 – 55°C e stress mecânico (100N, 500.000 ciclos). Os resultados obtidos apresentaram fendas em 91,2% no Grupo I, 93,0% no Grupo II, 92% para o Grupo III e para o Grupo IV 92,5% das restaurações na região proximal. Pela análise estatística não houve diferença significativa entre os grupos. Os autores concluíram que o uso dos *primers* autocondicionantes pode ser uma alternativa ao pré-tratamento do esmalte sem a utilização do ácido fosfórico.

Em 1998, Phrukkanon et al.⁶⁴ analisaram o efeito da área de adesão na resistência ao teste de microtração e ao teste de micro – cisalhamento de quatro sistemas adesivos. Para a realização do teste foram utilizados 60 dentes

molares humanos extraídos, que foram aleatoriamente divididos em quatro grupos. Os sistemas adesivos testados foram Scotchbond Multi Purpose Plus, OptiBond FL, OptiBond Solo, e One-Step. Em seguida cada grupo foi subdividido em outros três grupos, tendo como objetivo de preparar amostras com 1,2; 1,4 e 2,0 mm de área. Nos subgrupos os dentes foram seccionados no sentido vertical, sendo que a metade foi utilizada para o teste de tração e a outra metade para o teste de cisalhamento. Para a confecção das amostras, a superfície oclusal foi desgastada com lixas para a exposição da dentina, confeccionando uma superfície plana com a presença de *smear layer*. Os sistemas adesivos foram aplicados conforme as instruções dos fabricantes, e logo em seguida forma confeccionadas restaurações com resina composta em forma de bloco, com as seguintes proporções 9 mm de comprimento, 3 mm de largura e 5 mm de altura. Após as restaurações as amostras foram armazenadas por 48 horas em água destilada com temperatura de 37°C. Em seguida as amostras tiveram as raízes removidas e forma para se obter amostras em forma de barra, que em seguida foram desgastadas na região da união adquirindo a forma cilíndrica. Para a realização do teste de cisalhamento, as amostras foram desgastadas criando cilindros de resina composta e dente com os seguintes diâmetros 1,2 mm, 1,4 mm e 2,0 mm e em seguida as amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento com velocidade de 1 mm por minuto. Para o teste de tração as amostras foram desgastadas na interface adesiva em forma de curva em cada um dos subgrupos e posteriormente foram fixados num dispositivo para a microtração tipo Bencor Multi – T, com velocidade de 1mm por minuto. As médias de força de união foram comparadas com auxílio do teste de análise de variâncias e o teste – T de

Student. Para determinar o tipo de falha, todas as amostras foram preparadas para a microscopia eletrônica de varredura. Os resultados do estudo mostraram que, para o grupo de 2,0 mm apresentou valores de força de união significativamente menor do que o grupo que apresentava 1,2 mm, para ambos os testes. Na análise das fraturas foi observado que a maioria das amostras exibiram fraturas adesivas na interface entre a dentina e o sistema adesivo. Os autores concluíram que as áreas de superfície menores das amostras estão associadas a altos valores de força de união e que o efeito dos valores dos testes de microtração e cisalhamento foram semelhantes.

Phrukkanon et al.⁶⁵, em 1998, avaliaram a influência da forma e da área de secção transversal de união na resistência à microtração e na distribuição do stress de quatro sistemas adesivos. Cinquenta molares humanos extraídos foram divididos em quatro grupos, um para cada sistema adesivo testado, sendo que os grupos foram divididos em subgrupos com o objetivo de se preparar espécimes com secção transversal de união apresentando áreas de 1,1, 1,5 e 3,1mm². Os dentes de cada subgrupo foram cortados verticalmente através da fissura central para formar duas metades. Os adesivos testados foram: Scotchbond MP Plus, OptiBond FL, OptiBond Solo e One-Step. As superfícies oclusais foram cortadas, lixadas com lixa 600, resultando em superfícies planas de dentina com *smear layer* padronizada, que receberam em seguida os tratamentos adesivos, de acordo com as instruções de cada fabricante. Blocos de resina composta com dimensões aproximadas de 9 mm de comprimento, 3 mm de largura e 5 mm de altura foram construídos e os conjuntos foram então armazenados em água a 37°C por 48 horas. As raízes foram removidas das coroas e os blocos de dentina

e compósitos foram preparados nas formas cilíndrica e retangular, respectivamente. Metade dos blocos foi seccionada em fatias, que logo após tiveram suas regiões de interface desgastadas com ponta diamantada para formar secções transversais cilíndricas e com uma curva tênue, apresentando uma das três áreas testadas (1,1, 1,5 ou 3,1mm²). Posteriormente, os espécimes foram submetidos ao ensaio de tração sob velocidade de 1mm por minuto. O restante dos blocos de resina e dentina foi seccionados, lixado, obtendo-se espécimes retangulares que tiveram suas regiões de interface desgastadas para formar uma curva tênue nas três dimensões testadas, sendo em seguida submetidos ao ensaio de tração sob velocidade de 1mm por minuto. Para determinar o modo de fratura, os espécimes fraturados foram secados com ar, cobertos com ouro, observados ao microscópio eletrônico de varredura, e foram classificadas as frequências de fraturas comparadas usando os testes de Kruskal-Wallis e o teste de Mann-Whitney. As médias de força de união foram comparadas utilizando os testes de análise de variância em uma e duas vias e os testes LSD e T Student. Um modelo de análise de elemento finito foi criado usando dois programas de computador e simulando as áreas de secção transversal de adesão para determinar a distribuição do stress. Os resultados deste estudo mostraram que os grupos com áreas de 3,1mm² apresentaram valores de força de união significativamente menores do que os grupos com área de 1,1mm², exceto para os espécimes retangulares, onde foram usados os adesivos Scotchbond Multi - Purpose e One Step. As maiorias dos espécimes cilíndricas com áreas de adesão de 1,1 e 1,5mm² exibiram falhas adesivas na interface entre a dentina e a resina adesiva. Não foram encontradas diferenças entre os espécimes retangulares e

cilíndricos com relação à força de união. Entretanto, a análise de elemento finito mostrou que a distribuição do stress foi mais heterogênea nos espécimes retangulares do que nos espécimes cilíndricos; isto foi confirmado pela presença de um número maior de falhas adesivas nos grupos com espécimes cilíndricos. Os resultados deste estudo indicaram que os métodos de teste que utilizam pequenas áreas de superfície produzem valores mais altos de força de união do que aqueles que usam áreas de superfície mais largas, provavelmente devido a uma menor quantidade de defeitos encontrados em espécimes com pequena área, sendo que a forma da secção transversal tem pouco efeito na força de união.

Bazzucchi et al.³ em 1999, comentaram que os sistemas adesivos que apresentavam etapas separadas de aplicação do *primer* e do adesivo foram incorporados em uma única etapa para obter diminuição do tempo de trabalho. Os autores realizaram um trabalho com objetivo de comparar a resistência de adesão à tensão em dentina úmida dos sistemas adesivos multi componentes e os sistemas adesivos monocomponentes. No trabalho foram utilizados 60 dentes terceiros molares extraídos hígidos, onde a superfície oclusal foi desgastada obtendo uma superfície plana na dentina e posteriormente polida com lixas de papel de granulação 600. As amostras foram separadas em seis grupos. Os sistemas adesivos foram utilizados seguindo as instruções dos fabricantes e aplicados sobre a dentina úmida. Posteriormente as amostras foram restauradas com a resina composta Z-100 com polimerização de 40 segundos. O teste de tensão foi realizado numa máquina Instron e os valores obtidos em MPa para os sistemas adesivos foram de $23,42 \pm 1,22$ para o sistema Scotchbond Multi Purpose Plus, para o sistema All Bond 2 de $22,81 \pm 0,51$, Scotchbond One $21,03 \pm$

0,95, One Step $20,33 \pm 0,59$, OptiBond $20,06 \pm 0,63$ e para o sistema OptiBond Solo $19,11 \pm 0,82$. Como resultado obtido pela análise estatística ANOVA e Tukey apresentaram diferenças estatísticas entre os grupos, onde os sistemas multi etapas apresentou maiores valores do que em relação aos sistemas monocomponentes.

Cardoso et al.¹², em 1999, afirmaram que a resistência à adesão pode ser determinada por diferentes métodos, pelos testes de cisalhamento ou por tensão. O objetivo deste estudo foi avaliar *in vitro* a resistência a microtração de três sistemas adesivos monocomponentes ou *one-bottle*, Prime&Bond 2.1, Prime&Bond NT, e um material experimental fabricado pela Dentsply. Para a realização do teste foram utilizados dentes humanos hígidos com a superfície oclusal desgastada por um disco de diamante obtendo uma área de $25 \pm 4 \text{ mm}^2$. Para a restauração da superfície oclusal foi utilizada a resina composta Surefil (Dentsply), pela técnica incremental. Após 24 horas de armazenagem em temperatura de 37°C , as amostras foram seccionadas no sentido mésio – distal e no sentido vestíbulo – lingual. Em cada amostra foram obtidos 10 *palitos* em média. O teste de microtração foi realizado na máquina de ensaios Kratos com velocidade de 5 mm por minuto. Os resultados obtidos foram de $53,62 \pm 16,58$ para o sistema Prime&Bond 2.1, $70,37 \pm 26,27$ para o sistema Prime&Bond NT e de $54,33 \pm 19,82$ para o sistema experimental. Os valores foram obtidos pelo teste estatístico ANOVA. Não houve diferença estatística entre os grupos testados. Como conclusão os autores afirmam que a presença de carga no sistema Prime&Bond NT não aumentou a resistência da dentina. E que o teste de

microtração resultou em resistência adesiva de maior magnitude do que os testes convencionais de cisalhamento e de tensão.

Gomes,²⁶ em 1999, realizou um trabalho *in vitro* sobre o efeito dos sistemas adesivos e materiais restauradores na resistência adesiva com o substrato dentinário, pelo do teste de microtração. O autor testou duas marcas comerciais de diferentes gerações de sistemas adesivos, Scotchbond MP Plus e Clearfil Liner Bond 2 e duas marcas comerciais de materiais restauradores indiretos, Cerâmica IPS Empress e Polymer Glass Artglass. Para o desenvolvimento do trabalho o esmalte oclusal de terceiros molares humanos extraídos foi removido à profundidade aproximada de 2,0mm, com a máquina de cortes seriados, e em seguida a dentina exposta foi lixada com lixas 320 e 600 sucessivamente. As superfícies dentinárias foram tratadas com os sistemas adesivos e posteriormente foram cimentadas as peças de cerâmica e “polymer glass”, de acordo com as recomendações dos fabricantes; logo em seguida os conjuntos foram armazenados em água destilada a 37°C, por 24 horas. As amostras receberam cortes paralelos ao seu longo eixo, nos sentidos mésio-distal e vestibulo-lingual, para obtenção de *palitos* apresentando aproximadamente 1,0mm² de secção transversal na área de união. Os *palitos* foram então fixados individualmente a um dispositivo Bencor Multi-T acoplado a uma máquina de ensaios mecânicos Kratus e submetidos ao ensaio de tração, sob velocidade de 0,5 mm/min. Após o teste, as duas porções fraturadas foram removidas e a área transversal correspondente à fratura foi medida utilizando um paquímetro universal com leitura eletrônica. Os modos de fratura foram avaliados em microscopia ótica com 40X de aumento e classificados em 7 tipos: 1) Coesiva – material

restaurador; 2) Adesiva – entre material restaurador e adesivo; 3) Coesiva – adesivo; 4) Coesiva- cimento dual; 5) Adesiva – entre adesivo e cimento dual; 6) Adesiva – entre adesivo e dentina; 7) Coesiva – dentina. Os testes estatísticos usados foram à análise de variâncias com um critério fixo e o teste de Kruskal-Wallis. Os resultados obtidos mostraram que não houve diferenças de resistência de união quando a variável foi o material restaurador, porém, em relação aos sistemas adesivos houve diferenças estatísticas e o material Clearfil Liner Bond 2 apresentou valores de força de união mais elevados que o material Scotchbond MP Plus. As falhas de união entre os materiais empregados foram predominantemente adesivas.

Kanemura et al.³⁵, em 1999 avaliaram a adesão de quatro sistemas adesivos comercialmente utilizados no mercado. Os sistemas adesivos utilizados foram One-Step, Single Bond, Clearfil Liner Bond II, Tokuso Mac Bond II. Para a realização do teste foram utilizados vinte e quatro dentes terceiros molares extraídos humanos, com a finalidade de avaliar a resistência adesiva pelo teste de microtração e posteriormente a observação pela microscopia eletrônica de varredura para analisar a interface adesiva e o efeito da superfície condicionada para cada material. A superfície lingual foi limpa com pasta utilizando uma escova rotatória, e a superfície do esmalte foi preparada para o desgaste de 0,5 mm na superfície lingual. Como resultado não houve diferença significativa na resistência adesiva entre os materiais quando estes foram aplicados sobre a superfície dental. Entretanto, as forças de resistência adesiva dos sistemas adesivos autocondicionantes foram significativamente menores do que os outros sistemas adesivos que utilizaram o condicionamento ácido. Como

conclusão o condicionamento ácido com o ácido fosfórico produziram uma boa adesão da resina composta tanto para o esmalte desgastado quanto para o esmalte intacto. Os sistemas autocondicionantes também apresentaram uma boa adesão á superfície desgastada, porém os valores foram menores do que os valores em esmalte intacto.

Com o objetivo de descrever as várias modificações do teste de microtração Pashley et al.⁵⁹, em 1999, fizeram uma revisão de literatura. Para os autores o teste de microtração era essencialmente uma metodologia empregada para a obtenção de valores de resistência adesiva entre a estrutura dental, o sistema adesivo e a resina composta. Este espécime deveria ser desgastado através de cortes com espessura de 0,5 a 1,0mm na interface dente/restauração, a fim de permitir que a força de tração esteja concentrada nesta área. Dentre as várias vantagens da utilização da técnica foram relacionados à não utilização de matrizes e que apenas um dente pode produzir várias amostras. Pela revisão, os autores puderam relacionar várias modificações usadas para verificar as diferenças regionais de adesão como: áreas distintas na superfície oclusal, na superfície externa do dente, da coroa, da raiz, da superfície interna dos canais radiculares, nos terços cervical e apical, bem como a comparação entre a dentina afetada pela cárie, dentina esclerótica e a dentina normal. Os autores destacam que a não realização do desgaste da região da interface adesiva gera uma quantidade menor de stress da união. A conclusão dos autores foi que o teste de microtração oferece uma versatilidade que não pode ser alcançada pelos métodos convencionais. O teste de microtração era mais trabalhoso, porém apresenta

grande potencial para promover informações sobre a força de adesão de materiais restauradores em função do tempo.

Paul et al.⁶⁰, em 1999, analisaram a influência do aumento da quantidade de água nas propriedades físicas no *primer* e num adesivo experimental. Amostras com tamanho de 10 mm de comprimento por 0,5mm de espessura em forma de ampulheta foram obtidos vertendo misturas de monômeros ou co-monômeros em moldes com dois formatos, um com desgaste central arredondado ou outro com desgaste em forma de lados paralelos. O *primer* experimental foi obtido utilizando-se HEMA puro ou pela mistura de HEMA e água desionizada nas concentrações de 0,05, 0,1, 0,2 e 0,4 ml de água por ml de HEMA, resultando em 5,9, 17 e 29% de água, respectivamente. Cinquenta microlitros de catalisador foram misturados a 200µl de HEMA ou à mistura de HEMA e água, para então as soluções serem vertidas nos moldes. O adesivo experimental foi obtido pela mistura de HEMA com BIS-GMA, e se tornaram fotopolimerizáveis pela adição de canforoquinona e de DMAEMA. Água desionizada foi misturada ao adesivo por 10min, com auxílio do ultra-som. As misturas foram colocadas nos moldes e fotopolimerizadas por 60 segundos. Exceto para as duas misturas de *primer* com a maior quantidade de água, a resistência à tração final, o módulo de elasticidade e a elongação percentual foram determinados para todas as amostras após 1h de armazenamento à temperatura ambiente ou após armazenagem adicional de 24 horas em água destilada. O ensaio de tração foi realizado numa máquina de testes universal, com velocidade de 0,6 mm/min, com célula de carga de 5 kg, e as amostras foram fixadas ao

dispositivo com cola a base cianocrilato. Os resultados obtidos mostraram que as propriedades do *primer* e do adesivo armazenados a seco, não foram alteradas pela incorporação de água em quantidade de até 9%vol. Uma quantidade maior de água afetou negativamente as propriedades físicas das resinas enquanto que a imersão dos polímeros do *primer* em água por 24 horas piorou significativamente suas propriedades. A imersão do adesivo em água não afetou suas propriedades apenas nos espécimes que continham de 0 a 5%vol de água. A conclusão deste trabalho foi que os efeitos plastificadores da água extrínseca são de longe mais importantes do que os efeitos da água intrínseca na resina a base de poli-HEMA. Espera-se que as camadas híbridas compostas basicamente por poli-HEMA sejam mais elásticas do que aquelas que contém cadeias de polímeros bifuncionais com ligações cruzadas.

Perdigão & Lopes⁶², em 1999, realizaram uma revisão de literatura, com o objetivo de apresentar os conceitos mais recentes de adesão dentinária e simultaneamente mudar alguns pontos ainda não compreendidos pelos pesquisadores. O aumento da demanda do tratamento estético com restaurações adesivas, bem como o uso de produtos contendo flúor, tem transformado a prática da Odontologia. Enquanto a adesão ao esmalte é uma técnica realizável, a adesão a dentina representa grande desafio devido a presença da dentina sendo um tecido orgânico com umidade intrínseca, pela presença dos túbulos dentinários contendo os prolongamentos odontoblásticos que se comunicam com o tecido pulpar. Os fabricantes dos novos sistemas adesivos recomendam a aplicação de seus sistemas sobre dentina úmida. A principal razão disto é alteração especial que ocorre sobre a dentina

desmineralizada podendo prevenir a penetração dos monômeros para o interior dos canalículos formados pela dissolução dos cristais de hidroxiapatita entre as fibras colágenas. Muitos dos conceitos recentes na adesão dentinária tem sido construído pela a observação de estudos clínicos, como a verificação da resistência adesiva, pela força necessária de desadaptação da resina composta presente sobre o corpo de prova em dentina plana. Porém sua utilidade é duvidosa no aspecto de desempenho clínico, o estudo da resistência adesiva ainda é necessário para comparar os parâmetros entre os materiais.

Em 1999, Shono et al.⁷³ preconizaram um novo teste de microtração utilizando a uniformidade da união da resina composta e a dentina oclusal. Para o teste foram utilizados terceiros molares humanos extraídos, não erupcionados, no qual tiveram a superfície oclusal cortada e a dentina preparada em dois níveis: superficial com desgaste de 0,5 mm da junção amelo-dentinária e o desgaste profundo com 0,5 mm do corno pulpar mais alto. Foram avaliados dois sistemas adesivos One Step e o Tokuso MacBond,. Que foram utilizados conforme as instruções dos fabricantes. Logo após a aplicação dos sistemas adesivos, as amostras foram restauradas com resina composta. Para o sistema adesivo One Step foi utilizada a resina Z-100 e resina Palfique Estelite para o sistema MacBond, cada incremento de resina composta tinha 2 mm de espessura. No total foram formados cinco grupos para o clínico A: Grupo I – One Step em dentina superficial; Grupo II – One Step em dentina profunda; Grupo III – MacBond em dentina superficial; Grupo IV – MacBond em dentina profunda e Grupo V dois pares de cilindro de resina Z-100 pré-polimerizados com 10 mm de diâmetro aderidos um ao outro com o sistema One Step. Em seguida, as amostras foram

armazenadas Grupo I em água por 24 horas a 37°C e posteriormente seccionadas no sentido vertical na direção da resina composta para o dente gerando fatias de 1 mm de espessura cada. Em seguida cada fatia era seccionada novamente para formar *palitos* com dimensões de 1 x 1 x 8 mm e foram testados com relação à força de união. Cada dente forneceu em torno de dezessete a trinta *palitos*. O clínico B apenas avaliou o sistema adesivo One Step tanto para dentina superficial quanto para dentina profunda dando no total quatro dentes. Nestes grupos foram modificados na forma do corte, no qual as amostras eram cortadas numa secção transversal menor. Foi utilizado o dispositivo Bencor Multi – T acoplado a máquina de ensaio Instron, e as amostras foram fixadas ao dispositivo com o auxílio de uma cola a base de cianocrilato. Uma vez fixado os *palitos*, estes foram tracionados com velocidade de 1 mm/min. Para a classificação das falhas foi utilizados um microscópio com aumento de 30 vezes e posteriormente confirmada pela microscopia eletrônica de varredura. As falhas foram classificadas em adesivas, coesivas do adesivo, coesivas da dentina, coesivas da resina composta ou mista. Os resultados obtidos para o sistema adesivo One Step, o clínico A obteve uma adesão zero, ou seja, a adesão que não pode ser medida, pois a amostra fraturou durante a manipulação na dentina superficial e o pequeno número na dentina mais profunda. Esta variação resultou um grande desvio padrão na força de união, onde as médias dois valores foram de 22 ± 20 MPa na dentina superficial e de 27 ± 14 MPa em dentina profunda. Para o clínico B os valores forma maiores e mais uniformes em torno de 56 ± 13 MPa em dentina superficial e de 57 ± 12 MPa em dentina profunda. Para o sistema adesivo MacBond não houve valores zero de adesão e conseqüentemente a variação do

desvio padrão foi menor, com média de 41 ± 13 MPa na dentina superficial e de 27 ± 12 MPa para dentina profunda. A resultada obtida para os cilindros de resina composta Z-100, a média dos valores foram de 37 ± 1 MPa. Os autores concluíram que o método usado detectou diferenças regionais com relação à resistência à tração e que as diferenças estavam relacionadas às técnicas e não ao material. Os resultados indicaram que a união adesiva pode não ser homogênea.

A verificação do efeito da profundidade da dentina e da configuração da cavidade na força de adesão foi o objetivo do trabalho de Yoshikawa et al.⁹², em 1999. Para a execução do trabalho foram utilizados trinta e seis molares humanos extraídos, que foram divididos em três grupos. Foi realizado desgaste da superfície de esmalte até a exposição da dentina, mantendo assim a superfície plana. Esta superfície foi mantida, pois apresentava o fator de configuração igual a 1. Nos grupos foram realizadas cavidades com 4 mm de largura, 3 mm de comprimento e 2 mm de profundidade obtendo assim uma cavidade com fator de configuração igual a 3. Para verificar a relação entre o fator de configuração (Fator C) e a espessura da dentina remanescente (EDR), foram removidas partes das paredes cavitárias expondo uma superfície profunda e plana para a adesão. Os sistemas adesivos utilizados para a realização da pesquisa foram Clearfil Liner Bond II, One-Step, SuperBond D Liner, e em seguida foram restaurados com resina composta Clearfil Photo Posterior. Os dentes foram armazenados por 24 horas em água, seccionados obtendo em média de três a quatro fatias com 0,7 mm de espessura. Posteriormente foram realizados desgastes nas interfaces para a realização do teste de microtração. Como

resultado, todos os grupos obtiveram altos valores de resistência adesiva a dentina superficial, (mas os adesivos), One-Step e SuperBond D Liner apresentaram valores significativamente menores a dentina profunda quando o Fator de configuração for igual a 1. Quando o Fator C aumentou para 3, pela criação de uma cavidade tridimensional, a força de união dos sistemas adesiva foi menor (média de 21 a 35 %), mas a diferença foi significativa somente para o sistema SuperBond D Liner. A observação ao microscópio eletrônico de varredura, o padrão de fraturas demonstrou que os espécimes com alta resistência à tração tenderam exibir falhas coesivas através da camada híbrida, enquanto que as amostras que exibiram valores de resistência adesiva menores demonstraram falhas no topo da camada híbrida. Os autores concluíram que alguns sistemas adesivos não apresentam a capacidade de adesão muito boa em dentina profunda, fato que os torna mais susceptíveis ao *stress* gerado pela contração de polimerização desenvolvido em cavidade com Fator C elevado.

Cardoso et al.¹¹, em 2000, observaram que a tendência dos sistemas adesivos dentinários seria a da simplificação dos números de procedimentos. A simplificação das etapas dos sistemas adesivos teria como objetivo de diminuir o tempo clínico. Apesar da simplificação dos materiais uma etapa ainda é obrigatória, a etapa do condicionamento ácido para a maioria dos sistemas adesivos exceto para os sistemas adesivos autocondicionantes ou *self-etching*. O mecanismo de ação dos sistemas autocondicionantes é baseado no condicionamento ácido junto com a aplicação do sistema adesivo e sem o processo de lavagem. O trabalho realizado pelos autores foi proposto um estudo *in vitro* para avaliar a resistência ao teste de microtração de três sistemas

adesivos autocondicionantes. Os sistemas testados foram Clearfil SE Bond, Clearfil Liner Bond 2V e Etch&Prime 3.0. Para a realização do trabalho foram utilizados 30 terceiros molares, no qual a superfície oclusal era desgastada com disco de diamante para expor a dentina. Em seguida os sistemas adesivos eram aplicados conforme as instruções dos fabricantes e posteriormente restaurados com resina composta Clearfil AP-X. As amostras ficaram armazenadas por 24 horas em água destilada em temperatura de 37°C. Em seguida as amostras foram seccionadas com a finalidade de se obter *palitos* com área de 0,8 mm². A máquina utilizada para realizar o ensaio foi a Kratos com velocidade de 0,5 mm por minuto. Os resultados obtidos foram para o sistema Clearfil SE Bond de 60,7 ± 10,8 MPa, Clearfil Liner Bond 2V 59,2 ± 12,9 MPa e Etch&Prime 3.0 26,6 ± 6,5 MPa. Os testes estatísticos utilizados foram ANOVA e Duncan e mostrou não haver diferenças estatísticas entre os sistemas Clearfil SE Bond e Clearfil Liner Bond 2V. Para o sistema Etch&Prime 3.0 os valores obtidos foram baixos. Os autores concluíram que os sistemas autocondicionantes demonstraram a adesão dentinária com eficiência.

Castro¹⁸, em 2000, analisou *in vitro* o efeito da solução de digluconato de clorexidina a 2% na força de união da resina composta à dentina tratada com os sistemas adesivos Prime & Bond NT (Dentstply), Single Bond (3M) e Clearfil SE Bond (Kuraray), por meio do teste de microtração. Vinte e quatro terceiros molares humanos extraídos tiveram as superfícies oclusais cortadas perpendicularmente ao seu longo eixo, usando uma máquina de cortes seriados e desgastados com lixas 320 e 600 para exposição de uma superfície dentinária plana. Os dentes foram divididos aleatoriamente em oito grupos experimentais

sendo as dentinas tratadas com um dos três sistemas adesivos, de acordo com as instruções de cada fabricante; associados ou não à aplicação da clorexidina, antes ou depois do condicionamento ácido. Realizados os tratamentos, construiu-se coroas de resina composta medindo aproximadamente 5mm de altura; em seguida os corpos de prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 24h. Vencido o tempo de armazenamento, as amostras foram submetidas a um aparelho de ciclagem térmica, às temperaturas de 10°C e 50°C em água, com um tempo de permanência de 15 s em cada temperatura, num total de 250 ciclos, sendo novamente armazenadas em água destilada por 24h a 37°C. Em seguida, os corpos de prova foram cortados paralelamente ao seu longo eixo, com auxílio da máquina de cortes seriados, nos sentidos vestibulo-lingual e mesio-distal, obtendo-se espécimes em forma de palitos, com secção transversal de $1,0\text{mm}^2 \pm 0,1\text{mm}^2$. As amostras tiveram suas áreas de união e espessuras de dentina remanescentes medidas e anotadas, sendo fixados pelas suas extremidades ao dispositivo de microtração com um adesivo instantâneo e submetidos a um ensaio de tração sob velocidade de 0,5mm/min. Posteriormente, as superfícies de dentina e resina correspondentes ao local da área da adesão foram observadas ao microscópio óptico, em aumento de 40X, verificando o modo das falhas. Os dados foram submetidos à análise de variâncias para comparação entre os grupos e ao teste de correlação de Pearson para estudar a relação entre força de união e espessura de dentina remanescente. Discos de dentina foram obtidos a partir de três dentes adicionais, recebendo logo após os tratamentos de superfície para serem observados ao microscópio eletrônico de varredura. As amostras mais representativas das fraturas também foram preparadas e observadas ao

microscópio eletrônico de varredura. Os resultados deste estudo mostraram não haver diferenças entre os grupos, independentemente do sistema adesivo empregado e da aplicação ou não do desinfetante cavitário. Não foi observada correlação entre a força de união e a espessura de dentina remanescente. As falhas ocorreram na sua maioria na união, mas não foram encontradas falhas puramente adesivas entre o adesivo e a dentina em nenhum dos grupos. Os grupos 7 e 8, em que o sistema adesivo Clearfil SE Bond foi aplicado, apresentaram o maior percentual de fraturas no substrato. A microscopia eletrônica de varredura revelou que a clorexidina aplicada sobre a *smear layer* provocou alterações na mesma e que, quando aplicada após o condicionamento ácido, deixou debris cobrindo parcialmente a dentina intertubular e obliterando a entrada de alguns túbulos dentinários.

Harada et al.³⁰, em 2000, avaliaram a resistência à tração de um novo sistema adesivo autocondicionante sobre vários substratos, entre eles o esmalte e dentina de dentes bovinos, liga de Au – Ag – Pd e porcelana com mais três sistemas adesivos autocondicionantes, Clearfil Liner Bond II, Liner Bond 2V e Clearfil SE Bond. Com o auxílio de lixas de desgaste sobre as amostras, foram obtidas superfícies planas e lisas. Com uma fita adesiva foi delimitada uma área de 4 mm de diâmetro para cada superfície. Os sistemas adesivos foram utilizados conforme as instruções dos fabricantes. Para as amostras com porcelana, as superfícies foram limpas com ácido fosfórico a 40% por 5 segundos e em seguida, foram lavadas e secadas. Para as ligas metálicas, as superfícies foram lixadas e pré-tratadas com uma solução de *primer*. Nas superfícies da porcelana e da liga metálica foram preparadas uma mistura do *primer* com silano e foi aplicado por 5

segundos. Por ser um sistema adesivo exclusivo para a estrutura dentinária, o sistema adesivo Clearfil Liner Bond II, não foi utilizado para a porcelana e para a liga metálica. Dentes terceiros molares foram adicionados ao trabalho e foram submetidos ao desgaste da superfície com lixa 600 e restaurados com resina composta, formando um bloco de resina com 3 a 5 mm de altura. Todos os grupos foram armazenados em água destilada a 37⁰C por 24 horas e posteriormente as amostras foram seccionadas em fatias de 0,7 mm de espessura, e em seguida as interfaces adesivas foram desgastadas, formando uma concavidade de 1 mm². A velocidade da realização do teste de microtração foi de 1 mm/min.. Foram preparados dois discos de cada sistema adesivo com a finalidade de observação ao microscópio eletrônico de varredura, para analisar as interfaces adesivas e as alterações causadas pelo *primer* na superfície dentinária. Os resultados obtidos demonstraram que a resistência à tração a dentina foi em torno de 19 MPa para o SEB no teste convencional, não havendo diferença entre os sistemas adesivos. Em relação à presença de falhas, todos os materiais apresentaram falhas coesivas em dentina. Para o teste de microtração o resultado foi significativamente maior a força de união à dentina para o sistema adesivo Clearfil SE Bond em torno de 47 MPa, para o Clearfil Liner Bond II em torno de 37,4 MPa e, a maiorias das amostras apresentaram fraturas adesivas na interface adesiva. Em relação à porcelana e para a liga metálica, o Clearfil SE Bond apresentou os mesmos valores do Liner Bond 2V quando utilizado o teste de tração. A microscopia eletrônica de varredura mostrou a camada híbrida de 1 a 1,5 µm para os sistemas adesivos Clearfil SE Bond e Clearfil Liner Bond II e de 1 µm para o sistema Liner Bond 2V. A *smear layer* não foi observada nas superfícies de dentina tratada com

primer de qualquer um dos sistemas adesivos e para os sistemas adesivos Clearfil SE Bond e Liner Bond 2V foram encontrado *smear plug*. Os autores afirmaram que o sistema adesivo Clearfil SE Bond é útil na clínica, porém só poderia ser utilizado com a associação com materiais fotopolimerizáveis.

Hilton et al.³², em 2000, realizaram um estudo para determinar a resistência de cisalhamento e da microinfiltração de quatro sistemas adesivos de quinta geração. Para a realização do teste foram utilizados 40 dentes molares humanos recém extraídos, nos quais foram desgastados com lixas e posteriormente divididos em quatro grupos. Para o grupo A o sistema adesivo utilizado foi o Prime&Bond NT (Dentply); Grupo B Single Bond (3M); Grupo C Optibond Solo Plus (Kerr) e para o Grupo D Excite (Vivadent). Os sistemas adesivos foram aplicados segundo as instruções dos fabricantes. Para a realização das restaurações foi utilizada a resina composta Prodigy (Kerr), com dois incrementos de 2 mm, com tempo de polimerização de 40 segundos e posteriormente armazenados em temperatura de 37°C por 24 horas, e em seguida foram testados numa máquina de ensaios universal com velocidade de 5,0 mm por minuto. Para o teste de microinfiltração, foram confeccionadas cavidades tipo classe V (5 x 3 x 2 mm) na junção esmalte/cimento com 1 mm em esmalte. Os sistemas adesivos foram aplicados e restaurados com dois incrementos de resina, imediatamente polidos e colocados na máquina de termociclagem por 400 ciclos com temperatura de 5°C ± 2 e 55°C ± 2, e posteriormente imersos no corante de nitrato de prata, posteriormente as amostras foram seccionadas e avaliadas separadamente no esmalte e dentina. Para a obtenção dos resultados foram utilizados os testes estatísticos ANOVA para o ensaio de cisalhamento e o teste

de Kruskal-Wallis para o teste de infiltração marginal. Os resultados obtidos foram para o teste de cisalhamento em MPa no Grupo A $13,4 \pm 3,1$; Grupo B $14,8 \pm 2,5$; Grupo C $20,1 \pm 4,0$ e no Grupo D $11,20 \pm 3,7$. Como conclusão o Grupo C apresentou maior valores de cisalhamento do que os outros grupos. E a infiltração no esmalte apresentou uma tendência direta com o teste de cisalhamento ao contrário da dentina.

Em 2000, Kugel & Ferrari³⁶ fizeram uma revisão sobre os sistemas adesivos desde a primeira geração até os sistemas de sexta geração. Segundo os autores a odontologia adesiva tem sido revolucionada durante 30 anos. As restaurações pelos materiais a base de resina composta estão cada vez mais eficiente e mais duradouras. Este trabalho faz uma revisão da evolução dos sistemas adesivos da primeira geração até os sistemas atuais. Discutindo a composição a efetividade e várias interações.

Em 2000, Miyazaki et al.⁴² propuseram um estudo para avaliar a influência da ciclagem térmica na força de adesão no esmalte de dois tipos de sistemas adesivos. Os sistemas adesivos autocondicionantes utilizados foram o Imperva, Fluoro Bond, Clearfil Liner Bond II e Mac Bond II. E os sistemas adesivos de etapa única foram One-Step, OptiBond Solo, Prime & Bond 2.0 e Single Bond. Para a realização do teste foram utilizados dentes bovinos e a superfície foi desgastada com lixa papel. A superfície de esmalte foi tratada seguindo as instruções dos fabricantes. Após a aplicação dos sistemas adesivos, a resina compostas foi inserida com o auxílio de uma matriz de teflon e posteriormente polimerizada. As amostras foram divididas em quatro grupos e armazenadas em água destilada em temperatura de 37°C por 24 horas. Posteriormente, as

amostras foram submetidas à ciclagem térmica com temperaturas entre 5°C e 60°C com 3.000, 10.000 e 30.000 ciclos. Após a realização do teste, os resultados foram analisados pelo teste estatístico ANOVA. Como resultado final os sistemas adesivos autocondicionantes apresentaram uma diminuição significativa na força de adesão. Para os sistemas de etapa única, também apresentaram uma diminuição dos valores da força de adesão, porém não muito significantes entre os grupos.

Num trabalho realizado por Muench et al.⁴⁴, em 2000, avaliaram a influência dos diferentes substratos de dentina com os testes de tração de três sistemas adesivos. Para tal, os autores utilizaram dentes recém extraídos de humanos, dentes bovinos e dentes humanos livres de cárie obtidos de corpos exumados após cinco anos de falecimento. Estes dentes foram hidratados por 30 dias antes da realização dos testes. Os sistemas adesivos utilizados foram Prime & Bond 2.1, Single Bond e Etch & Prime 3.0, cada sistema adesivo foi empregado conforme as instruções do fabricante. As amostras foram armazenadas em água destilada por duas semanas. Como resultado não houve diferença estatística entre os grupos, a média dos valores de tração foram entre 11,6 a 14,2 MPa. Os três substratos dentinários não pareceram ser críticos para o teste de tração dos três sistemas adesivos.

Em 2000, Nakajima et al.⁴⁸, compararam o teste de microtração e a análise por microscopia eletrônica de varredura para a adesão de dentina seca e úmida. Para a realização do teste foram utilizados 18 dentes recém extraídos. Os sistemas adesivos utilizados foram One Step, Single Bond e Clearfil PhotoBond. A superfície oclusal foi removida, expondo a dentina no qual foi condicionada pelo

ácido fosfórico de 32 ou 35% por 15 segundos para os sistemas One Step e Single Bond ou com ácido fosfórico a 40% para o sistema Clearfil PhotoBond. Para os grupos que mantinham a dentina úmida, esta foi secada levemente com papel absorvente. Para o outro grupo era aplicado um jato de ar por 5 segundos numa distância de 3 cm. Tanto para a dentina seca como para dentina úmida foram aplicados os sistemas adesivos seguindo as instruções dos fabricantes. A resina composta utilizada foi a Clearfil AP-X, polimerizada por 20 segundos cada incremento. Posteriormente as amostras foram armazenadas em água destilada com temperatura de 37°C por 24 horas. Cada amostra forneceu cerca de 5 a 6 fatias com 0,7 mm cada, e posteriormente foram submetidas ao ensaio de tração. Como resultado os autores observaram que houve diferença estatística entre a dentina úmida e a dentina desidratada. Quando comparada entre os grupos à dentina desidratada apresentou valores de $8,5 \pm 1,8$ MPa e $8,9 \pm 3,0$ MPa para os sistemas adesivos One Step e Single Bond respectivamente, não havendo diferença estatística entre os dois sistemas adesivos. Porém quando comparado com o sistema Clearfil PhotoBond houve diferença estatística, pois este apresentou valores de $19,0 \pm 9,5$ MPa. Para a dentina úmida os sistemas adesivos apresentaram valores de adesão superiores do que em dentina desidratada. Os valores foram de $49,9 \pm 10,6$ MPa para o Single Bond, $44,7 \pm 6,9$ MPa para o One Step e $39,0 \pm 10,1$ MPa para o Clearfil PhotoBond. Quando as amostras foram analisadas pela microscopia eletrônica apresentaram diferenças entre a dentina desidratada e a dentina úmida. Não foi observada a camada híbrida na dentina desidratada para os grupos Single Bond e One Step. Para o grupo do Clearfil PhotoBond foi observado uma fina camada entre 1 a 1,5 μ m de espessura. Para a

dentina úmida a espessura da camada híbrida foi de 3 μm para o sistema adesivo One Step e de 2 μm para o sistema Single Bond, já para o sistema Clearfil PhotoBond foi entre 8 a 9 μm de espessura.

Nunes et al.⁵¹ em 2000, realizaram um estudo nos sistemas adesivos simplificados. Segundo os autores os valores obtidos para o teste de microtração foram superiores em relação ao teste de cisalhamento. A proposta do estudo era de comparar a força de cisalhamento com o teste de microtração de três sistemas adesivos em dentes bovinos. Para o teste de cisalhamento foram utilizados 30 dentes bovinos que foram desgastados com lixas para expor a superfície dentinária e posteriormente foram divididos em três grupos. Para o teste de microtração foram obtidos *palitos* com superfície de 0,9 mm. Os sistemas adesivos testados foram Clearfil SE Bond, Prime&Bond NT e Excite. Para ambos as testes foram utilizadas a resina composta Z-250 e foi também realizado a termociclagem com 500 ciclos. Os resultados obtidos para os sistemas adesivos Excite e Clearfil SE Bond foram estatisticamente maior que Prime&Bond NT tanto para o teste de cisalhamento quanto para microtração. Os autores concluíram que a diferença entre o teste de microtração e o teste de cisalhamento pode depender da composição química do sistema adesivo.

Um estudo realizado por Saboia et al.⁶⁸, em 2000, avaliaram o efeito da remoção do colágeno na força adesiva de cisalhamento de dois sistemas adesivos de um frasco. A ultraestrutura da dentina após o tratamento e a interface dentina resina foram avaliadas por microscopia eletrônica de varredura. A superfície lingual e vestibular de 80 dentes terceiros molares extraídos foram desgastadas com a finalidade de expor a dentina. Os dentes foram divididos

aleatoriamente em quatro grupos e receberam os seguintes tratamentos: Grupo 1 Prime & Bond 2.1 (P&B 2.1) seguido as instruções do fabricante e restaurados com resina composta Z 100; Grupo 2 Prime & Bond e hipoclorito de sódio a 10% 2.1 (P&B 2.1/NaOCl 10%) restaurado seguido o grupo anterior, porém antes da aplicação do sistema adesivo foi utilizado o hipoclorito de sódio por um minuto; Grupo 3 Single Bond (SB) seguido as instruções do fabricante e restaurados conforme os grupos anteriores; Grupo 4 Single Bond e hipoclorito de sódio 1 (P&B 2.1/NaOCl 10%) conforme a seqüência do Grupo 2. As amostras foram armazenadas em umidade com temperatura de 37°C por 24 horas e teste de cisalhamento foi realizado com velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados obtidos foram que a aplicação do hipoclorito de sódio a 10% seguido do condicionamento ácido resultou em maior resistência de cisalhamento para o sistema adesivo Prime & Bond 2.1. Os mesmos tratamentos para o sistema Single Bond resultaram em redução significativa na força de cisalhamento. Para os Grupos 1 e 3 não apresentaram diferenças significativas entre os grupos. A presença da camada de colágeno resultou em formação da camada híbrida e valores de adesão para ambos os sistemas adesivos. Os resultados podem sugerir que a remoção do colágeno melhora a força de adesão dos sistemas adesivos a base de acetona, mas necessitam de estudos complementares.

Tanumiharja et al.⁷⁶, em 2000, avaliou a resistência adesiva pelo teste de microtração de sete sistemas adesivos (Solid Bond, EBS-Multi, PermaQuik, One Coat Bond, Gluma One Bond, Prime & Bond NT/NRC e Clearfil Liner Bond 2V) e as respectivas formas de fraturas. Para a realização do teste foram utilizados dentes humanos com a superfície oclusal desgastada e

posteriormente foram confeccionados blocos de resina seguindo as instruções do fabricante. Os dentes foram mantidos em água por vinte e quatro horas em temperatura de 37°C e em seguida as amostras foram seccionadas em forma de fatias e posteriormente as amostras foram desgastadas na interface obtendo assim amostras com forma de ampulheta com área de 1.2 ± 0.02 mm de diâmetro. As amostras foram estressadas com velocidade de 1 mm/min até a ruptura da adesão. Os valores obtidos no teste foram analisados pelos testes estatísticos ANOVA e LSD. O modo de fratura foi comparado pelo teste de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Os resultados médios de resistência adesiva obtidos pelo teste de microtração foram de 17.8 ± 7.0 MPa para Solid Bond e de 36.0 ± 8.1 MPa para Clearfil Liner Bond 2V. A resistência adesiva para Clearfil Liner Bond 2V e PermaQuik (30.8 ± 8.5 MPa) não foram significativamente diferentes, e apresentaram valores mais altos que os outros sistemas testados. A resistência adesiva para os sistemas Solid Bond (17.8 ± 7.0) MPa, EBS-Multi (18.7 ± 5.0) MPa, One Coat Bond (21.9 ± 5.6) MPa, e Gluma One Bond (23.4 ± 5.2) MPa não foram significativamente diferentes. A microscopia eletrônica de varredura indicou que Solid Bond, EBS-Multi e One Coat Bond mostraram não haver diferenças significantes nas falhas, mas foram significativamente diferentes do sistema PermaQuik, Prime & Bond NT/NRC e Clearfil Liner Bond 2V. O sistema autocondicionante Clearfil Liner Bond 2V, e o sistema PermaQuik exibiram maior resistência adesiva em dentina.

Tay et al.⁸¹, em 2000, avaliaram o efeito dos sistemas adesivos dentinários autocondicionantes sobre a camada de *smear layer*. Para a realização do trabalho foi utilizado o sistema adesivo Clearfil SE Bond. Durante a execução

do trabalho foram utilizados dentes terceiros molares humanos extraídos, onde a superfície dentinária era preparada para se obter espessuras de *smear layer* diferentes. O grupo controle, o dente foi fraturado, sendo previamente congelado e com esta maneira não se obtém a *smear layer*. Os grupos experimentais foram desgastados com lixas de SiC em água com granulação de 60, 180 ou 600. As amostras foram aplicadas o sistema Clearfil SE Bond, seguido das restaurações de resina composta. Após 24 horas, as amostras foram seccionadas com finalidade de obter *palitos* com área adesiva de 1 x 1mm. O teste de microtração foi realizado e os resultados foram analisados pelos testes estatísticos ANOVA e Student Neuman Keuls. O estudo das fraturas na secção transversal demonstrou falhas na interface dentinária. Os resultados do uso do sistema Clearfil SE Bond produziram altos valores de resistência adesiva em torno de 50 Mpa para ambos os tipos de dentina sem a presença de *smear layer* (grupo controle) e com *smear layer*. O exame pela microscopia eletrônica de varredura foi inadequado para definir a exata natureza das fraturas. As observações realizadas pela microscopia de transmissão demonstraram uma fina camada híbrida na região de dentina fraturada e uma espessura de camada híbrida em torno de 1 a 4 microns sobre a dentina com *smear layer*. Esta espessura incluía uma camada fina de *smear layer* hibridizada, embaixo de uma camada híbrida real na dentina intacta. As separações das duas camadas híbridas não eram evidentes nas falhas das interfaces adesivas. A conclusão dos autores que os sistemas autocondicionantes criam uma camada híbrida fina que incorpora a *smear layer*. Este estudo mostra a formação de uma camada híbrida verdadeira pode ocorrer independente de da presença da espessura da *smear layer* e ambas as camadas híbridas podem

funcionar com uma unidade durante a ação das cargas sem a identificação de separação entre elas. A identificação das camadas secundárias feitas pela análise da microscopia de transmissão exemplifica o complexo da reação do estresse de tensão nas multicamadas que comprometem os materiais.

Em 2000, Yoshiyama et al.⁹¹ avaliaram a morfologia interfacial de dois sistemas adesivos em dentina afetada por cárie através do teste de microtração. Este estudo foi realizado pela falta de conhecimento do mecanismo de adesão da resina em dentina afetada. Para a realização do trabalho foram utilizados molares humanos e os sistemas adesivos avaliados foram Single Bond e FluoroBond de acordo com as instruções de fabricação e restaurados com resina composta AP-X. Depois de um dia de armazenagem, os dentes foram seccionados em fatias de 0,8 mm, cortados em área de 1 mm² e testados numa máquina de ensaio universal Instron com dispositivo Bencor; com velocidade de 1 mm/minuto. A interface resina/dentina foi observada por microscopia eletrônica de varredura. O processo de adesão da dentina normal utilizando os dois sistemas adesivos Single Bond e FluoroBond apresentaram força de tensão maior do que em relação a dentina afetada pela cárie. Para a técnica de adesão úmida aumentou significativamente a força de adesão do sistema SB tanto para dentina normal quanto para a dentina afetada pela cárie. A microscopia eletrônica de varredura revelou que a camada híbrida típica e os *tags* de resina não foram bem formadas em dentina afetadas pela cárie. Como conclusão os autores descreveram que a força de adesão do sistema adesivo Single Bond quando utilizado em dentina afetada pela cárie foi menor que a adesão realizada na dentina normal tanto para a técnica de adesão úmida, já em relação à dentina

normal desidratada os resultados obtidos também foram menores do que em relação à técnica úmida.

Bouillaguet et al.⁵, em 2001, realizaram um estudo comparativo *in vitro* da performance de oito sistemas adesivos pelo teste de resistência a microtração. Para a realização do teste foram utilizados 30 dentes bovinos, nos quais foram desgastados com uma lixa de papel 600 para obter uma superfície plana da dentina. Os sistemas adesivos utilizados foram Scotchbond Multipurpose Plus, Optibond FL como sistemas convencionais, quatro sistemas de frasco único Scotchbond 1, Asba S.A.C., Prime&Bond NT, Excite e dois sistemas adesivos autocondicionantes Clearfil Liner Bond 2 V e Prompt L-Pop. Os sistemas adesivos foram aplicados conforme as instruções dos fabricantes e restaurados com compósito Z-100. Imediatamente após a adesão, os dentes foram preparados para o teste de microtração. O teste de resistência foi realizado numa máquina universal de ensaios Vitrodyne V-1000. Foram feitas 14 réplicas de cada material. As amostras foram fraturas e observadas pela microscopia eletrônica de varredura. Nos resultados obtidos, o sistema adesivo Scotchbond Multipurpose Plus apresentou maiores valores de resistência $30,3 \pm 9,4$ MPa, maior que os outros sistemas adesivos. A resistência adesiva dos demais sistemas adesivos foram Optibond FL $22,4 \pm 4,3$ MPa; Scotchbond 1 $18,9 \pm 3,2$ MPa; Clearfil Liner Bond 2 V $18,9 \pm 3,0$ MPa; Prime&Bond NT $18,3 \pm 6,9$ MPa; Asba S.A.C. $14,4 \pm 2,9$ MPa; Excite $13,8 \pm 3,7$ MPa; e Prompt L-Pop $9,1 \pm 3,3$ Mpa. As comparações estatísticas entre os sistemas adesivos apresentaram Optibond foi maior do que os sistemas Asba, Excite, e Prompt L-Pop; enquanto Scotchbond 1 foi maior do que o sistema Prompt L-Pop. Asba, Excite e Prompt L-Pop não foram

estatisticamente diferentes. Os tipos mais freqüentes de fratura foram às adesivas. Como conclusão os adesivos convencionais apresentaram maiores forças de resistência adesiva do que os sistemas de frasco único e dos sistemas autocondicionantes.

Em 2001, Cardoso et al.¹⁰ avaliaram a resistência adesiva de dois sistemas autocondicionantes diferentes, Clearfil Liner Bond 2V e Clearfil SE Bond, tanto em dentina como em esmalte e compararam com o sistema de um frasco com condicionamento total o Excite, utilizando o teste de microtração. Foram utilizados seis dentes terceiros molares com a superfície oclusal desgastada com lixas para deixar a superfície em esmalte plana para a realização do teste e posteriormente os dentes foram cortados com discos de lixa para expor a dentina. A superfície oclusal foi polida com lixas 600 e água. As amostras foram restauradas com a resina composta Clearfil APX para os sistemas autocondicionantes e a resina Tetric Ceram para o sistema adesivo Excite. Em seguida as amostras foram armazenadas em água destilada por 37°C por 24 horas, e posteriormente as amostras foram cortadas com a finalidade de obter *palitos* com área de adesão em torno de 0,8 mm². Para a realização do teste foi utilizada a máquina de ensaios universal Kratos com velocidade de tração de 0,5 mm por minuto. Os resultados foram analisados pelos testes estatísticos ANOVA e Tukey. Como conclusão os autores afirmam que não houve diferenças estatísticas entre os sistemas adesivos em dentina Clearfil SE Bond (58,2 ± 12,4) e Excite (58,0 ± 10,9) e Clearfil Liner 2V (54,8 ± 13,5), mas houve diferença estatística quando comparado ao esmalte dental. Os valores foram Clearfil SE Bond (46,4 ± 6,5) e Excite (45,5 ± 6,6) e Clearfil Liner 2V (37,0 ± 4,7).

Cardoso et al.¹³, em 2001, avaliaram a performance *in vitro* de três sistemas adesivos de frasco único ou *one-bottle* na resistência adesiva no teste de microtração. Para a realização do teste foram utilizados dentes molares humanos com a superfície oclusal desgastada expondo a dentina. Os dentes foram separados de forma aleatória em três grupos, Grupo 1 - Prime & Bond 2.1; Grupo 2 - Prime & Bond NT; e Grupo 3 - Experimental (sem carga). Os sistemas adesivos foram aplicados conforme as instruções dos fabricantes. Para a restauração da superfície oclusal foi utilizada a resina composta Surefil, que foi inserida com cinco incrementos. Os *palitos* foram obtidos através de corte da superfície com disco diamantado e posteriormente foram armazenados em água destilada por 24 horas. O teste de microtração foi realizado com a máquina de ensaios universal e apresentaram os seguintes resultados, Grupo 1: 54.3 ± 15.6 MPa; Grupo 2: 62.0 ± 17.6 MPa; Grupo 3: 54.6 ± 16.8 MPa. Como conclusão os autores não encontraram diferenças estatísticas entre os grupos testados e o sistema, Prime&Bond NT apresentou uma tendência maior para a resistência adesiva.

Francci et al.²², em 2001, avaliaram o efeito dos diferentes solventes no teste de resistência adesiva ao teste microtração e a micro morfologia da dentina. Segundos os autores os sistemas adesivos de frasco único apresentam como solvente a acetona e o álcool (etanol). Os autores avaliaram a mudança na composição química do sistema adesivo Bond 1 (Jeneric/Pentron) no qual o solvente inicial a acetona foi substituída pelo álcool no teste de resistência de microtração e pela microscopia eletrônica de varredura. Para a realização do teste foram utilizados seis dentes terceiros molares humanos extraídos, com a

superfície oclusal desgastada com uma lixa de papel de granulação 600 e as amostras foram divididas em dois grupos, Grupo 1 Bond 1 com solvente em acetona e Grupo 2 com etanol. Os sistemas adesivos foram aplicados conforme as instruções dos fabricantes e foram restaurados com resina composta Herculite XRV (Kerr) com altura de 6 mm. Após a armazenagem em água destilada em temperatura de 37°C por 24 horas, as amostras foram seccionadas nos dois sentidos formando *palitos* com 0,9 mm² de área adesiva. Para a observação na microscopia eletrônica de varredura, as amostras foram dessecadas e desmineralizadas para seguir uma visualização com 500 a 5000 vezes de aumento. Cada *palito* foi testado na máquina de ensaio universal Kratos com velocidade de 0,5 mm por minuto. Os *palitos* fraturados foram analisados pela microscopia eletrônica de varredura. Os resultados obtidos no teste de microtração apresentou para o Grupo 1 – 42,83 ± 9,38 MPa e para o Grupo 2 – 36,56 ± 11,58 MPa. Os dados foram analisados pelo teste estatístico T-Student e apresentou que o sistema adesivo Bond 1 com acetona como solvente foi maior estatisticamente do que o sistema Bond 1 com etanol. A microscopia eletrônica revelou uma camada híbrida de 4 µm de espessura para os dois sistemas adesivos. Todas as fraturas ocorreram na camada híbrida. Os resultados apresentados foram que para ambos os sistemas adesivos apresentaram ser efetivos em dentina, mas o sistema que apresentava acetona em sua composição foi maior na resistência adesiva.

Gallo et al.²⁴, em 2001, avaliaram a força de resistência ao cisalhamento de quatro sistemas adesivos com carga. Neste estudo foram utilizados os sistemas adesivos Prime & Bond NT, One Coat Bond, OptiBond Solo

e PermaQuik1 com o sistema adesivo sem carga Scotchbond Multipurpose Plus. As amostras foram restauradas com a resina composta Herculite XRV (Kerr). As aplicações dos sistemas adesivos foram seguindo as instruções dos fabricantes. As amostras foram submetidas a termociclagem com 1000 ciclos com temperatura entre 6°C a 60°C. Cada amostra foi testada na máquina universal de ensaio para verificar a resistência ao cisalhamento. Os dados foram analisados pelos testes estatísticos ANOVA e Newman-Kuels. A análise estatística revelou que o sistema Coat Bond apresentou significativamente maior resistência ao cisalhamento do que em relação aos outros sistemas adesivos testados e a carga não foi um fator determinante na resistência adesiva.

Inoue et al.³³, em 2001, realizaram um trabalho onde avaliaram a força de adesão pelo teste de microtração de onze sistemas adesivos. Os sistemas adesivos utilizados foram One-Up Bond F, Prompt L-Pop 2, PQ experimental como sistema autocondicionante de uma etapa, Clearfil SE Bond, NRC/ Prime & Bond NT, Unifil Bond como sistema autocondicionante de duas etapas. Para os sistemas de condicionamento ácido total os sistemas adesivos utilizados foram Excite, OptiBond Solo Plus, PQ experimental, Scotchbond 1 como sistemas de duas fases e o sistema adesivo OptiBond FL de três etapas. Para a realização do teste foram utilizados 33 dentes terceiros molares extraídos e armazenados em solução de cloramina a 0,5% em temperatura de 4°C. A superfície de esmalte oclusal foi removida com auxílio de um disco de diamante, expondo a dentina subjacente. A seguir foram utilizados discos de lixa para a formação da camada de *smear layer*. Após a divisão dos grupos os dentes foram restaurados seguindo as instruções dos fabricantes e para a polimerização foi

utilizado o aparelho de luz Optilux 500 com intensidade de luz sempre superior a 500 mW/cm². Após a realização do procedimento adesivo, as amostras foram restauradas com resina composta Z-100, com a técnica incremental até obter a altura de 5 a 6 mm. Em seguida, as amostras foram armazenadas em temperatura de 37°C por 24 horas, posteriormente as amostras foram seccionadas com 1 mm de espessura e 2,5 mm de comprimento. As amostras foram cortadas na forma de ampulheta, no qual a área da interface adesiva era de 1 mm² e posteriormente as amostras foram submetidas ao teste de microtração com velocidade de 1 mm/min.. Os resultados obtidos pelo teste de microtração apresentaram valores entre 30,0 MPa (Prompt L-Pop 2) e de 63,1 MPa (OptiBond FL) sendo estatisticamente diferente em relação aos sistemas adesivos. Entretanto não houve diferença significativas entre os sistemas autocondicionantes, porém estes sistemas adesivos de uma etapa apresentaram tendência de valores menores que os sistemas autocondicionantes de duas etapas e dos sistemas adesivos de condicionamento total de duas etapas.

Num estudo realizado por Medina et al.⁴¹, em 2001, avaliaram os efeitos das variáveis, força de adesão e a morfologia interfacial, dos sistemas adesivos de um frasco. O objetivo do trabalho foi determinar a combinação dos procedimentos de adesão (com ou sem condicionamento ácido, substrato úmido, ou seco, uma ou duas camadas do sistema adesivo) no qual poderiam aumentar a força de adesão do Prime & Bond e Dirac AP e de caracterizar a interface dente/restauração Por estes procedimentos adesivos. Na pesquisa foram utilizados 96 dentes bovinos divididos em oito grupos. Os sistemas adesivos foram aplicados conforme as instruções do fabricante. O teste de cisalhamento foi

realizado pela máquina de teste universal. Para a avaliação da morfologia interfacial foram 32 dentes. Os grupos onde o esmalte foi condicionado, mantido úmido ou seco e com apenas uma camada de aplicação do sistema adesivo, apresentaram maiores valores de adesão. No grupo da dentina, os resultados foram maiores quando ela foi condicionada e mantida úmida. Os números de camadas não afetam a força de união da dentina. O condicionamento ácido resulta em melhores valores de adesão tanto em esmalte quanto em dentina.

Em 2001, Miyazaki et al.⁴³, avaliaram a força de adesão dos sistemas adesivos tanto em esmalte quanto em dentina. Nos trabalhos adesivos testados foram Reactmer Bond, One-Up Bond F, F2000 Compomer, Imperva Fluoro Bond e Single Bond. As amostras, dentes bovinos, foram polimerizadas com a unidade fotopolimerizadora Optilux 500. Após o preparo das amostras, estas foram submetidas ao teste de cisalhamento na máquina de ensaios Instron com velocidade de 1,0 mm/minuto. Como resultado em esmalte, as médias dos valores ficaram entre $12,3 \pm 1,7$ a $21,7 \pm 3,3$ MPa, sendo que Single Bond apresentou os valores mais altos de resistência adesiva. Houve diferença estatística significativa entre o Single Bond e o One-Up Bond F, e as falhas apresentadas foram coesivas na resina composta e ou adesivas. Os resultados encontrados para o teste em dentina foram em média de $13,1 \pm 3,1$ a $18,4 \pm 3,1$ MPa. Não houve diferenças significativas entre o Single Bond e Imperva Fluoro Bond, e as falhas predominantes foram coesivas em dentina para todos os grupos, e em resina para o Single Bond e coesiva no adesivo para One-Up Bond F. Pela análise da microscopia eletrônica a espessura da camada híbrida para os sistemas adesivos Reactmer Bond, One-Up Bond F, F2000 Compomer e Imperva

Fluoro Bond foi entre 0,5 a 1,5 μm , caracterizando a pequena profundidade do condicionamento. Já para o Single Bond a camada híbrida foi de 3 a 4 μm , devido a condicionamento ácido no qual expôs as fibras colágenas e com formação dos *tags* de resina. Embora a espessura da camada híbrida fosse diferente entre os sistemas adesivos, houve uma excelente adaptação entre a dentina e os sistemas adesivos.

O efeito da composição do sistema adesivo no teste de microtração em dentina humana foi avaliado por Nunes et al ⁴⁹, em 2001. Para a realização da pesquisa foram utilizados 15 dentes molares livres de cárie, armazenado em solução de 0,5% de Cloramina em temperatura de 4°C. Após o corte da superfície oclusal para expor a dentina subjacente foi realizado o condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37,5% por 15 segundos, lavado por 10 segundos e secado com papel absorvente. Os sistemas adesivos utilizados foram Single Bond (SB), Single Bond experimental com carga (SB exp.), Prime & Bond NT (NT), Prime & Bond NT experimental (NT exp.) e One Coat Bond (OC). Cada sistema adesivo foi utilizado conforme as instruções dos fabricantes. Como material restaurador, foi utilizada a resina composta Tetric Ceram. As amostras foram armazenadas em temperatura de 37°C por 24 horas em água destilada. E posteriormente foram confeccionados os *palitos* que seriam utilizados no teste de microtração. Após o teste as amostras foram avaliadas para a verificação do tipo de fratura acometida. Como resultado o sistema Single Bond apresentou maiores valores de adesão (75,9 MPa), seguido pelo sistema Single Bond experimental com carga 57,9 MPa, One Coat Bond 53,1 MPa, Prime & Bond NT 48,2 MPa e

Prime & Bond NT experimental com 38,7 MPa. Como conclusão à adição de partículas de carga não aumentam a força de adesão.

Nunes et al.⁵⁰, em 2001, avaliaram o efeito de diferentes concentrações do ácido fosfórico (10% e 37%) no teste de resistência adesiva na microtração de três sistemas adesivos com diferentes solventes (etanol, acetona e sem solvente). Para a realização do teste foram utilizados 18 molares divididos em seis grupos, nos quais a dentina foi exposta e polida com lixa de papel de granulação 600. Em seguida as amostras foram restauradas com resina composta e posteriormente foram armazenadas em água por 24 horas, cada amostra foi seccionada para obter *palitos* com área de secção de 0,4 mm². O teste de microtração foi determinado utilizando a máquina universal de ensaio Instron. Os dados foram analisados pelo teste ANOVA e pelo teste Duncan. Os resultados apresentaram resistência adesiva de 66.1 MPa para o ácido fosfórico a 10% e Single Bond e de 43.8 MPa para o ácido fosfórico a 37% e One Coat Bond. Os sistemas adesivos Single Bond e One Coat Bond apresentaram uma tendência mais fraca de adesão do que quando comparada com o ácido fosfórico a 10%. O sistema adesivo Prime&Bond NT com o ácido fosfórico a 37% apresentou valores de microtração significativamente maiores (54.6 MPa) do que o sistema adesivo Prime&Bond NT com ácido fosfórico a 10% (44.4 MPa). Os autores concluíram que a dentina condicionada pelo ácido fosfórico a 37% resultou em valores significativamente maior para o teste de microtração para os sistemas adesivos a base de acetona (Prime&Bond NT). Para os sistemas adesivos a base de etanol e água (Single Bond) e sem a presença de solvente (One Coat Bond), a concentração do ácido não afetou a resistência de adesão.

Ogata et al.⁵², em 2001, avaliaram o efeito de desgaste na dentina com diferentes tipos brocas sobre a resistência adesiva sobre dentina utilizando sistemas adesivos autocondicionantes. Os sistemas autocondicionantes utilizados foram Clearfil Liner Bond 2 [LB2], Clearfil Liner Bond 2V [2V] e Clearfil SE Bond [SE], todos da mesma companhia Kuraray, Co, Ltd, Osaka, Japan. Para a realização do teste foram utilizados trinta e seis dentes terceiros molares humanos extraídos, nos quais a superfície oclusal foi desgastada e seguindo um polimento da superfície dentinária com lixa de papel. Os dentes foram divididos em quatro grupos de acordo com o tipo e a granulação da ponta diamantada: broca de aço para fissuras de desgaste fino (SB600), broca de aço para desgaste transversal (SB703) e a ponta diamantada de granulação regular (DB). O grupo controle foi a lixa de papel granulação 600 de SiC (AP#600). A dentina então foi desgastada em spray de ar e água, com as respectivas broca montada em alta rotação. Os dentes foram tratados com um dos três sistemas adesivos, e em seguida foram restaurados com resina composta Clearfil AP-X (Kuraray Co, Ltd, Osaka, Japan). Depois da armazenagem em água em temperatura de 37°C por vinte e quatro horas, foram realizados cortes verticais para se obter os *palitos* com área de 0.7 mm de espessura, e em cada dente era obtido 7 a 8 fatias, em seguida era realizada um desgaste na interface para deixar as amostras em forma de ampulheta com área de 1,0 mm² e posteriormente o teste de resistência foi realizado com velocidade de tração de 1 mm/min. Para a análise estatística foi utilizado o teste estatístico ANOVA e Fisher's PLSD (p<0.05). Para a microscopia eletrônica foram preparados oito dentes adicionais, onde foi observado antes da realização do desgaste e depois do tratamento com os sistemas adesivos de cada

grupo. Todos os sistemas adesivos produziram os mesmos valores de resistência adesiva na superfície da dentina. A resistência adesiva obtida foi do maior para o menor AP#600 > SB600 > SB703 > DB. Os autores concluíram que se deve selecionar o tipo adequado da broca, pois seria importante para melhorar a adesão do sistema adesivo quando utilizado os sistemas autocondicionantes.

A influência da direção dos túbulos dentinários na força de adesão na dentina foi objeto de estudo de Ogata et al.⁵³, em 2001. Para a realização deste estudo pelo teste de microtração, foram utilizados quatro sistemas adesivos disponíveis no mercado e também foram analisadas a interface dente/restauração com microscopia eletrônica de varredura. Os sistemas dentinários utilizados foram maiores que o grupo perpendicular. Clearfil Liner Bond II (LB, Kuraray), Imperva Fluoro Bond (FB, Shofu), Single Bond (SB, 3M) e One Step (OS, Bisco). Para o teste de microtração foram utilizados 36 dentes extraídos livres de cárie e mais 8 dentes para a microscopia eletrônica. Os dentes foram divididos em dois grupos de acordo com a disposição dos túbulos dentinários na interface da restauração, grupo perpendicular, onde o esmalte oclusal foi removido perpendicularmente ao longo eixo do dente e o grupo paralelo, onde o esmalte era removido paralelamente ao longo eixo do dente e a superfície coronária eram utilizada para o teste de microtração. Depois das superfícies serem polidas com lixas de papel de granulação 60, cada superfície era tratada com um dos sistemas adesivos de acordo com as instruções do fabricante, posteriormente as restaurações foram realizadas com resina composta Clearfil AP-X, Kuraray. Após, as amostras foram armazenadas em água por 24 horas, em seguida, os espécimes foram seccionados em forma de *palito* com área de 1 mm² e submetidos ao teste de

microtração com velocidade de 1 mm/min.. Como conclusão, os resultados obtidos foram que os grupos com os túbulos dentinários paralelos foram maiores que o grupo perpendicular. Houve uma tendência significativa para o Single Bond e o One Step.

Perdigão & Frankenberger⁶¹, em 2001, realizaram um trabalho *in vitro* para determinar através do teste de microtração a influência do solvente e do tempo de re-hidratação de quatro sistemas adesivos. Para a realização do teste os sistemas adesivos foram divididos em quatro grupos com quinze dentes para cada grupo, no Grupo 1 sistema adesivo a base de água com condicionamento ácido total na dentina, EBS Multi; Grupo 2 sistema adesivo a base de álcool etanol com condicionamento total da dentina, Excite; Grupo 3 sistema adesivo a base de acetona com condicionamento total da dentina, Prime & Bond NT; e Grupo 4 sistema adesivo a base de água e etanol com condicionamento ácido total, Single Bond. Para cada adesivo dentinário, três amostras foram preparadas com cinco condições diferentes de umidade. Os resultados obtidos demonstraram que quando o sistema adesivo foi aplicado sobre a dentina úmida, a resistência adesiva variou de 26,2 MPa do Prime & Bond NT a 29,5 MPa do sistema Single Bond sem apresentar diferenças estatísticas. Quando os sistemas foram aplicados em dentina que foi desidratada por 15 segundos, Prime & Bond NT e Excite resultaram em menores valores de resistência adesiva, mas os sistemas foram estatisticamente semelhantes (7,9 e 8,3 MPa, respectivamente). O sistema Single Bond resultou em maior valor de resistência adesiva 12,7 MPa, porém foi estatisticamente inferior ao sistema EBS Multi 24,1 MPa. Posteriormente todos os valores de resistência adesiva foram estatisticamente similares quando a

quantidade de umidade estava presente sobre a superfície dentinária. Para os outros três sistemas adesivos os valores de resistência adesiva retornaram aos valores médios para a dentina úmida, quando a superfície dentinária foi re-umedecida por trinta segundos. Como conclusão a resistência adesiva sobre o re-umedecimento depende do tipo de solvente do sistema adesivo e, do tempo de re-umedecimento.

Quagliatto⁶⁶, em 2001, avaliou *in vitro* a resistência de união ao cisalhamento de seis sistemas adesivos a dentina, e também análise por microscopia eletrônica de varredura do infiltrado resinoso. Para a realização do teste foram utilizados noventa dentes terceiros molares humanos hígidos e posteriormente foram divididos sendo setenta e dois utilizados para os teste mecânicos e dezoito para a microscopia. Os dentes selecionados para o teste de mecânico tiveram suas superfícies oclusais desgastadas, até a completa eliminação do esmalte e total exposição da área dentinária, sendo incluídos em matriz bi-partida com gesso especial. Após a superfície dentinária ter sido submetida a ação de lixas de água de granulação decrescente, os corpos de prova(doze por grupo) receberam de acordo com as instruções do fabricante, a aplicação dos sistemas adesivos dentinários: G1 – SE Bond; G2 – ABF Bond; G3 – Prime&Bond NT; G4 – Single Bond; G5 – Ternure Quick Fluoride e G6 – Gluma Confort Bond Dessensitizer, sendo posteriormente acoplados em Aparatus Ultradent que possui uma matriz de teflon com diâmetro de 2,35mm de raio onde a resina composta (P60 – 3M dental Produc.) foi acoplada pelo orifício da matriz e fotopolimerizada seguindo o protocolo do fabricante. Obteve-se assim um cilindro de resina composta que se manteve aderido a superfície dentinária. As amostras

foram submetidas a termociclagem (500x, 5-55°), armazenadas em água destilada a 37°C por quarenta e oito horas e fixados em máquina de ensaio universal Instron/MTS para os testes de cisalhamento. Os valores médios de resistência de união, em MPa, foram: G1 – 22.9 ± 4.3; G2 – 23,9 ± 3.2; G3 – 18.0 ± 2.2; G4 – 25.0 ± 4.7; G5 – 23.5 ± 4.7 e G6 – 22.7 ± 3.2. O teste estatístico utilizado foi ANOVA, a nível de significância $p < 0,05$, apresentou diferenças significantes. 'E o teste SNK para comparar os resultados entre os grupos que mostrou diferenças significantes entre os grupos, 1 vs 3, 2 vs 3, 3 vs 4, 3 vs 5 e 3 vs 6. Para a análise de microscopia eletrônica de varredura foram utilizados dezoito dentes e o resultado mostrou presença de infiltrado resinoso em dentina para todos os sistemas adesivos testados, não havendo correlação entre a profundidade de penetração e resistências adesiva.

Em 2001, Zheng et al.⁹⁴ fizeram uma relação entre a espessura do sistema adesivo e a resistência a microtração. Para a realização do trabalho foram utilizados dois sistemas adesivos Single Bond e o Clearfil Liner Bond 2V. O sistema adesivo Single Bond contém etanol e água como solvente e é utilizado em meio úmido. O adesivo Liner Bond 2V não contém solventes e é aplicado depois do *primer* autocondicionante. Foram utilizados 46 molares livres de cárie e a dentina foi exposta utilizando lixas de papel. Os dentes foram divididos em dois grupos aleatoriamente e tratados conforme as especificações do fabricante. Em seguida, os dentes foram restaurados com resina composta Clearfil AP-X, a coroa foi reconstruída tendo como altura 5 mm, sendo suficiente para a utilização na máquina de teste. As amostras foram armazenadas por 24 horas as temperaturas

de 37°C, em seguida, os dentes foram seccionados obtendo *palitos* com 0,7 mm de espessura. A espessura da camada do sistema adesivo foi mensurado com auxílio do microscópio eletrônico. A espessura do sistema Clearfil Liner Bond 2V variou entre 5 a 1500 µm e para o Single Bond de 7,5 a 430 µm. para o sistema Clearfil Liner Bond 2V, a força de adesão aumentou significativamente quando a espessura era maior. Entretanto para o sistema Single Bond a força de adesão diminuiu significativamente com o aumento da espessura da camada de adesão.

Cardoso et al.¹⁴, em 2002, avaliaram a resistência ao cisalhamento de dois sistemas adesivos, Clearfil SE Bond e o sistema adesivo de um frasco ou monocomponente Excite em esmalte e dentina. Para a realização do teste foram utilizados 28 dentes humanos extraídos. Por sorteio aleatório os dentes foram divididos em quatro grupos. Os sistemas adesivos foram aplicados na superfície de esmalte e na dentina conforme as instruções dos fabricantes. As amostras foram restauradas com resina composta Tetric Ceram com aproximadamente 5 x 5 x 5 mm na superfície desgastada e polimerizada por 40 segundos. Depois de 24 horas os *palitos* foram obtidos pelo corte das amostras no sentido mésio distal e no sentido vestibulo lingual. Os *palitos* apresentavam área de aproximadamente 0.8 mm². Em seguida os *palitos* foram submetidos ao teste de microtração. Os resultados obtidos em MPa foram para o grupo do sistema autocondicionante em esmalte de 38,9 ± 4,8 e para a dentina 44,5 ± 7,7 e para o sistema adesivo Excite a resistência adesiva em esmalte de 45,8 ± 4,7, e em dentina 42,9 ± 7,1. Estes valores não foram estatisticamente diferentes. Como conclusão não houve diferenças estatísticas entre o sistema autocondicionante e o sistema adesivo monocomponente. E as condições de adesão proporcionaram tanto a adesão do

material em esmalte não foi significante mais favorável do que para a dentina. E a maioria das amostras apresentou falha adesiva.

Carrilho et al.¹⁵, em 2002, avaliou a resistência adesiva de quatro sistemas adesivos de diferentes composições aplicados sobre a dentina humana. Para a realização do trabalho foram utilizados doze dentes terceiros molares onde tiveram o esmalte oclusal removido para a exposição da superfície dentinária, na qual foram realizados os procedimentos de adesão. Os dentes foram aleatoriamente divididos em quatro grupos considerando-se o sistema adesivo e a resina composta a serem empregados. Grupo 1: Single Bond + P60; Grupo 2: Bond 1 + Surefil; Grupo 3: Prime&Bond NT + Alert e Grupo 4: Prime&Bond 2.1 + TPH. Após vinte e quatro horas de armazenagem em água destilada a 37°C, os dentes foram seccionados, longitudinalmente, em cortes perpendiculares entre si, para que fossem obtidos espécimes em formato de um paralelogramo com secção transversal retangular de 0,8 mm² de área e 10 mm de comprimento, em média. Os espécimes foram submetidos ao teste de microtração. A análise de variância demonstrou não haver diferença significativa entre os valores médios de resistência obtidos pelos quatro adesivos, embora a análise dos espécimes que sofreram fratura precoce tenha evidenciado menor sensibilidade para o sistema Single Bond.

Lopes et al.³⁸, em 2002, avaliaram *in vitro* a resistência adesiva pelo teste de microtração e a característica morfológica de dois sistemas adesivos de condicionamento ácido total. Para a realização do teste foram utilizados nove dentes molares hígidos que foram cortados transversalmente com um disco de diamante sob refrigeração. A superfície oclusal foi polida com lixas de granulação

600 e posteriormente divididos em três grupos; Single Bond – 3M, Optibond Solo Plus – Kerr e Clearfil SE Bond – Kuraray. Os sistemas adesivos foram aplicados conforme as instruções dos fabricantes. Em seguida as amostras foram restauradas com resina composta da mesma marca comercial que o sistema adesivo; Z-250 – 3M, Prodigy – Kerr, AP-X – Kuraray, a resina foi inserida com quatro incrementos de 1 mm. Posteriormente as amostras foram armazenadas em água por 24 horas e seccionadas no sentido perpendicular com a finalidade de obter *palitos* com área de adesão de 0,5 mm². O ensaio de microtração foi realizado numa máquina de ensaios universal Instron com o dispositivo Bencor na velocidade de 0,5 mm por minuto. Foram utilizados dez *palitos* para a análise de microscopia eletrônica de varredura. Os dados foram analisados pelo teste estatístico ANOVA e os resultados obtidos foram de 65,4 ± 19,0 para o sistema Single Bond, 71,5 ± 11,9 para Optibond Solo Plus e de 63,5 ± 12,7 para o sistema Clearfil SE Bond. Os resultados obtidos não apresentaram diferenças estatísticas. A camada híbrida foi observada em todas as amostras, porém sem a presença da formação de *gap* em qualquer região. Para os sistemas Single Bond e Optibond Solo Plus a camada híbrida foi espessa e com vários *tags* de resina presente. Para o sistema Clearfil SE Bond a camada híbrida foi fina, apresentando alguns *tags* com a presença do *smear plug* dissolvido dentro da camada. Os autores concluíram que todos os sistemas adesivos testados apresentaram altos valores de resistência adesiva e a formação da camada híbrida.

Em 2002, Loureiro et al.⁴⁰ avaliaram a resistência de adesão da dentina de três sistemas adesivos autocondicionantes. Os sistemas utilizados no teste de microtração foram One Up Bond F, Prompt L-Pop e Reactmer. Para a

realização do teste foram utilizados 15 dentes molares humanos extraídos, onde a superfície oclusal foi desgastada com lixas de granulação 600 e água. Os sistemas adesivos foram aplicados conforme as instruções dos fabricantes e em seguida as amostras foram restauradas com resina composta e armazenadas em temperatura de 37°C por 24 horas. Após a armazenagem as amostras foram cortadas em forma de *palitos* com área de 0,8mm². Em seguida os *palitos* foram tracionados numa máquina de ensaios universal Kratos com velocidade de 1 mm por minuto. Os resultados obtidos foram analisados pelos testes estatísticos ANOVA e Tukey, e apresentaram os seguintes valores, sistema One Up Bond F de 31,92 ± 8,3, para o sistema Prompt L-Pop de 36,58 ± 12,7 e para o sistema Reactmer de 46,26 ± 3,5. Os autores concluíram que os sistemas autocondicionantes testados não apresentaram diferenças estatísticas entre grupos.

Num trabalho realizado por Perdigão et al.⁶³, em 2002, os autores avaliaram a influência da umidade residual em teste de microtração de sistemas adesivos de um frasco *in vivo*. Os sistemas avaliados foram o Excite com solvente a base de álcool, Prime&Bond NT com solvente a base de acetona e o sistema adesivo Single Bond com solvente a base de água e álcool. Os dentes submetidos ao teste foram extraídos após a indicação ortodôntica. A condição variável para a realização do teste foi à umidade presente na dentina. Para a dentina desidratada foi utilizado jato de ar por cinco segundos. O teste de microtração foi realizado com as amostras em forma de *palitos* com medidas de 0,7 ± 0,2 mm² e com velocidade de 1mm por minuto. Como resultado obteve-se que não houve diferença estatística tanto para dentina úmida quanto para dentina desidratada. Os

sistemas adesivos Single Bond e Prime&Bond NT apresentaram os mesmos valores estatísticos para a dentina úmida. Para o sistema Excite tanto para a dentina úmida ou desidratada os resultados foram menores do que para o sistema Single Bond úmido, mas similar para o sistema Single Bond desidratado e para o sistema Prime&Bond NT úmido ou desidratado.

Xie et al.⁸⁸, em 2002, avaliaram o efeito do estresse térmico da adesão em dentina de compósitos em dentes modificados para o teste de microtração que permitiu a aplicação de dois sistemas adesivos no mesmo dente lado a lado. Para a realização do teste foram utilizados dentes molares humanos, nos quais foram aplicados os sistemas adesivos Prime & Bond NT e Prime One Mirage, sendo um sistema adesivo em cada lado da amostra. A resina composta foi aplicada e polimerizada sobre a superfície. Posteriormente as amostras foram seccionadas com espessura de 0,5 mm em forma de ampulheta e testadas 24 horas depois de serem armazenadas em água ou após a realização da ciclagem térmica com 2400 ciclos com temperatura de 5°C e 55°C. Para a análise a morfologia da interface foi utilizada a microscopia eletrônica de varredura. Os resultados no teste de tensão foram de 36 ± 24 Mpa sem o teste de termociclagem e de 31 ± 16 MPa com termociclagem para o sistema adesivo Prime&Bond NT, e de 51 ± 25 MPa e de 40 ± 18 MPa para o sistema Prime One Mirage sem e com termociclagem respectivamente. As falhas adesivas apresentadas foram de 97% de todas as amostras testadas. A diferença entre os sistemas adesivos e o tratamento térmico foi significativa conforme o resultado da análise estatística ANOVA ($P \leq 0.05$). A microscopia eletrônica de varredura revelou que ambos os sistemas adesivos apresentaram uma efetividade do molhamento da superfície da

dentina produzindo uma camada híbrida típica, com os *tags* de resina com muitas ramificações.

Em 2003, Armstrong et al.² avaliaram a durabilidade da adesão da dentina utilizando sistemas adesivos estocados em água por 15 meses. Para a realização do teste foram utilizados 40 dentes molares humanos extraídos desgastados com lixa 600 de carbono para expor a superfície de dentina, e posteriormente as amostras foram distribuídas em quatro grupos de sistemas adesivos: condicionamento ácido total de três etapas Scotchbond Multi-Purpose, 3M/ESPE, condicionamento ácido total de duas etapas Single Bond, 3M/ESPE, sistemas autocondicionantes de duas etapas Clearfil SE Bond, Kuraray, e sistemas autocondicionantes de uma etapa Prompt L-Pop, 3M/ESPE. As amostras foram restauradas com resina composta com aproximadamente 6 mm de altura. Em seguida as amostras foram cortadas com finalidade de obter os *palitos* e posteriormente foram armazenados em água destilada contendo 0,5% de cloramina e em seguida foram realizados os testes com velocidade de 1 mm/min depois de 1, 6, e 15 meses. Os modos de fratura da interface adesivos foram gravados pelo microscópio eletrônico de varredura. Os resultados obtidos no trabalho mostraram que o sistema no qual utilizava o condicionamento ácido total de duas etapas Single Bond foi significativamente mais fraco do que sistema que apresenta o condicionamento ácido total de três etapas Scotchbond Multi-Purpose e do sistema sistemas autocondicionantes de duas etapas Clearfil SE Bond depois 1 e 6 meses de armazenagem, mas os três sistemas foram equivalentes depois de 15 meses de armazenagem. O sistema autocondicionantes de uma etapa Prompt L-Pop não pode ser testado devido que 58 dos 65 amostras falharam durante o

procedimento de preparação. Os tipos das falhas de fratura dos sistemas adesivos foram observados, sendo dependente do sistema adesivo, e somente o sistema adesivo de condicionamento ácido total com duas etapas apresentou aumento da resistência adesiva na interface com o passar do tempo. Como conclusão os autores afirmaram que houve diferenças na resistência de adesão nos sistemas adesivos até seis meses de armazenagem, mas não observaram diferenças após quinze meses. Desta maneira o mecanismo da degradação parece ser comum para os sistemas adesivos.

Dutra-Correa et al.²⁰, em 2003, estudaram a resistência adesiva da dentina bovina, submetidas ao teste de microtração, em diferentes profundidades. Para os autores A dentina bovina, ao contrário da humana, apresenta maior diâmetro dos túbulos próximo ao limite amélo dentinário e menor próximo a polpa. Baseado nesta evidencia, esta pesquisa objetiva avaliar o quanto estas variações de diâmetro podem interferir na resistência adesiva a microtração, em diferentes profundidades. Foram utilizados trinta incisivos bovinos. Os dentes foram cortados no sentido longitudinal, separado em duas partes, uma vestibular e outra lingual. Foi obtida uma área da face vestibular com 1 cm². Foram formados dois grupos. No Grupo I, utilizou-se a dentina superficial da face vestibular e no Grupo II a dentina profunda, próxima a polpa. Nos dois grupos o procedimento restaurador foi idêntico, a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 35% (3M/ESPE) por 15 segundos e depois lavada e seca, porém mantendo-a ligeiramente úmida. Foi utilizado um adesivo de frasco único, (Single Bond - 3M/ESPE) a restauração foi realizada com resina Z-250, conforme recomendação do fabricante. As amostras foram cortadas em *palitos* com 1 mm² de área seccional. Trinta palitos foram

obtidos, dois de cada dente, e testados com Geraldeli's Device a uma velocidade de 1 mm/min. Obteve-se o seguinte resultados para o grupo I em dentina superficial a média foi de $42,8 \pm 10,7$ MPa e para o grupo II em dentina profunda a média foi de $36,2 \pm 16,4$. Embora os resultados apresentaram uma tendência para médias mais elevadas em dentina superficial, a análise estatística mostrou que não houve diferença significativa entre as médias dos dois grupos para $P > 0,094$.

Iwasaki et al.³⁴, em 2003, determinaram a influência da velocidade de tração no teste de resistência adesiva no teste de microtração em dentina. O sistema adesivo utilizado foi Clearfil Mega Bond (Kuraray) com a respectiva resina composta Clearfil AP-X (Kuraray). Para a realização do teste foram utilizados dentes bovinos, nos quais foram desgastados na superfície vestibular. A superfície da dentina foi preparada e restaurada seguindo as instruções do fabricante. Em seguida as amostras foram armazenadas em água destilada por 24 horas. Posteriormente as amostras foram seccionadas na forma de ampulheta com área de 1 mm^2 . Dez amostras foram utilizadas para cada grupo. Os grupos foram separados na seguinte forma de velocidade de tração: 0,5; 1,0; 5,0 e 10,0 mm/min. Para a análise dos resultados foram utilizados os testes estatísticos ANOVA e Duncan. Os resultados foram de $39,4 \pm 9,6$ para a velocidade de 0,5 mm/min, $40,4 \pm 11,6$ para velocidade de 1,0 mm/min, $40,1 \pm 12,0$ para velocidade de 5,0 mm/min e de $38,8 \pm 12,6$ para velocidade de 10,0 mm/min. Não houve diferença estatística entre os valores obtidos na variável velocidade de tração no teste de resistência adesiva. Como conclusão os autores afirmam que a

velocidade de tração pode ser um fator negligenciado para o teste de resistência adesiva no teste de microtração, porém deve-se cuidar quando comparar os resultados obtidos.

Loguercio et al.³⁷, em 2003, verificaram a influência do tempo de armazenagem e a velocidade de corte durante a preparação das amostras para a realização do teste de resistência adesiva dos sistemas de frasco único na dentina. Para a realização do teste foram utilizados 36 terceiros molares, nos quais foram desgastados na superfície oclusal expondo a dentina. O sistema adesivo utilizado foi o Single Bond de acordo com as instruções do fabricante juntamente com a resina composta Z-250. As amostras foram armazenadas num período de 10 minutos, 24 horas e uma semana em água destilada em temperatura de 37°C antes da realização dos cortes. Os cortes foram realizados com as velocidades de corte de 0,5; 1,6; 2,6 metros por segundo, para obter os *palitos* com área de secção de 0,8 mm². As amostras foram testadas na máquina de ensaio universal com velocidade 0,5 mm por minuto. Para avaliação dos resultados foi utilizado o teste estatístico ANOVA. Os autores obtiveram como resultado altos valores para a armazenagem de uma semana com a velocidade de 2,6 m/s. Os valores mais baixos foram para as amostras recém preparadas e velocidade de 0,5 m/s. A conclusão dos autores foi que para ambos os fatores analisados tempo de armazenagem e velocidade de corte podem afetar nos resultados de resistência adesiva e estas variáveis podem ser controladas para a realização do teste.

Lopes et al.³⁹, em 2003, avaliaram a resistência adesiva na dentina com os sistemas adesivos autocondicionantes. Para a realização do teste

foram utilizados 20 dentes molares seccionados transversalmente, com a dentina exposta para a realização do teste. Os sistemas adesivos autocondicionantes utilizados foram Adper Self Etch (3M/ESPE) e One Up Bond F (Tokuyama) e os sistemas adesivos com o *primer* condicionante Clearfil SE Bond (Kuraray) e OptiBond Solo Plus + Self Etch (Kerr). Todos os adesivos foram aplicados conforme as instruções dos fabricantes com seus respectivos materiais restauradores. Depois de 24 horas de armazenagem em água, as amostras foram seccionadas, obtendo *palitos* com área de $0,35 \text{ mm}^2$. Os valores foram analisados pelo teste estatístico ANOVA e pelo teste Tukey. Os resultados obtidos foram $50,7 \pm 14,6$ para o sistema Adper Self Etch (3M/ESPE), $34,5 \pm 9,6$ para o sistema One Up Bond F (Tokuyama), $39,2 \pm 10,8$ para o sistema Clearfil SE Bond (Kuraray) e de $30,3 \pm 11,5$ para o sistema OptiBond Solo Plus + Self Etch (Kerr). Como conclusão o sistema Adper Self Etch (3M/ESPE) apresentou maiores valores de resistência adesiva e para os sistemas One Up Bond F (Tokuyama), Clearfil SE Bond (Kuraray) e OptiBond Solo Plus + Self Etch (Kerr) apresentaram valores similares de resistência adesiva. Os sistemas adesivos autocondicionantes testados apresentaram altos valores de resistência adesiva.

Osório et al.⁵⁵, em 2003, compararam a resistência adesiva pelo teste de microtração de diferentes sistemas adesivos autocondicionantes na dentina. Para a realização do teste foram utilizados terceiros molares humanos com suas coroas seccionadas para expor a superfície dentinária. Os sistemas adesivos utilizados foram One Up Bond F, Prompt L-Pop, Clearfil SE Bond e Etch & Prime de acordo com os fabricantes. As amostras foram restauradas com resina composta Tetric Ceram. Posteriormente, as amostras foram armazenadas por 24

horas e 12 meses em água em temperatura de 37°C, em seguida as amostras foram seccionadas, obtendo *palitos* com área de 1mm². Em seguida os *palitos* foram tracionados numa máquina de ensaio Instron com velocidade de 0,5 mm por minuto. Os resultados foram analisados pelo teste ANOVA e pelo teste de comparações múltiplas e os resultados foram de 10,50 ± 5,6 para o sistema One Up Bond F, 11,88 ± 3,4 para Prompt L-Pop, 44,03 ± 12,2 para Clearfil SE Bond e de 18,02 ± 7,4 para Etch & Prime, os resultados foram para a armazenagem de 24 horas. Para a armazenagem de 12 meses os valores foram de 12,31 ± 3,1 One Up Bond F, 13,19 ± 4,99 para Prompt L-Pop, 39,93 ± 12 para Clearfil SE Bond e de 13,63 ± 8,8 para Etch & Prime. A conclusão mostrou altos valores de resistência adesiva no teste de microtração tanto para 24 horas como para 12 meses de armazenagem. Para os outros sistemas adesivos não houve diferença significativa.

Say et al.⁷⁰, em 2003, compararam a resistência adesiva pelo teste de microtração de sistemas adesivos com carga One Step Plus – Bisco e o sistema adesivo sem carga One Step – Bisco com o sistema autocondicionante Tyrian SPE – Bisco e com a técnica de condicionamento ácido total. Para a realização do teste foram utilizados 20 dentes molares humanos que foram desgastados na superfície oclusal para expor a dentina e restaurados conforme o sistema adesivo e condicionamento ácido. Os grupos foram divididos em One Step + condicionamento total, One Step + autocondicionante, One Step Plus + condicionamento total, One Step Plus + autocondicionante. Em seguida os dentes foram restaurados com resina composta Clearfil AP-X (Kuraray). Em seguida as amostras foram armazenadas em água destilada em temperatura de 37°C por 24

horas e posteriormente foram seccionados em área de $0,7 \text{ mm}^2$ e no formato de ampulheta, em seguida foram realizados os teste de tração com velocidade de $1,0 \text{ mm/min}$. Os dados foram analisados pelo teste estatístico ANOVA e o Teste – t. Os resultados obtidos foram para o sistema adesivo com carga One Step Plus + condicionamento total $38,8 \pm 12,2$, One Step Plus + autocondicionante $22,4 \pm 4$, e para o sistema adesivo sem carga os valores foram de $33,9 \pm 8,5$ para One Step + condicionamento total e de $26,4 \pm 7,5$ para One Step + autocondicionante. Como conclusão não houve diferença significativa entre os sistemas com e sem carga quando utilizado o condicionamento ácido total, entretanto para os sistemas adesivos sem carga apresentaram valores maiores de resistência adesiva quando comparada com os sistemas autocondicionantes. Ambos os sistemas adesivos com carga e sem carga apresentaram valores superiores de resistência adesiva quando comparada com a técnica autocondicionante.

Silveira et al.⁷⁵, em 2003, compararam a resistência de união de um adesivo a dentina utilizando teste de tração e microtração. Para a realização do teste foram utilizados dez terceiros molares humanos hígidos extraídos e posteriormente foram embutidos em acrílico e a face oclusal desgastada até a exposição dentinária. Para o teste de tração, uma fita adesiva delimitou a área para o protocolo do adesivo Single Bond (3M/ESPE). Foi construído um cone de resina composta Charisma (Heraeus Kulzer) com altura de $3,8 \text{ mm}$ em dois incrementos fotopolimerizados por vinte segundos. Duas áreas de união foram testadas: T1- $3,0 \text{ mm}^2$ em dentina superficial e T2- $2,0 \text{ mm}^2$ com desgaste oclusal dos dentes T1 em $0,3 \text{ mm}$. Os corpos- de- prova foram armazenados em água destilada em 37°C por vinte e quatro horas. No ensaio de microtração oriundos de

T2 foram reduzidos mais 0,3 mm. Após o protocolo adesivo num bloco de resina de 0,6 mm foi construído sobre a dentina, Aguardado o período de armazenagem o conjunto foi seccionado resultando em *palitos* com áreas: M1 – 1,0 mm² e M2 – 0,5 mm². Os corpos de prova de todos os grupos foram ensaiados na máquina universal Emic DL 2000 com velocidade de 0,5 mm por minuto. Os resultados foram submetidos para o teste ANOVA e o teste de Tukey foram de T1 – 16,18 ± 4,26 MPa, T2 – 20,55 ± 6,36 MPa ; M1 – 56,34 ± 11,96 MPa, M2 – 57,19 ± 12,69 MPa. A análise em microscopia eletrônica de varredura indicou predominância de falhas mistas do tipo adesiva e coesiva em dentina ou compósito. Os resultados indicaram que métodos com menores áreas promovem maiores valores de resistência adesiva que os de maior área.

Tavares & Conceição⁷⁷, em 2003, avaliaram *in vitro*, a resistência de união a microtração sobre a dentina dos sistemas adesivos Single Bond (3M/ESPE), Optibond Solo Plus (Kerr) e Clearfil SE Bond (Kuraray) e classificar o tipo de fratura após a falha. Foram utilizados seis terceiros molares humanos que foram divididos em três grupos. A remoção da superfície oclusal foi realizada com um disco diamantado de dupla face em baixa rotação, com água, em seguida da utilização de lixas de carvão de silício de granulações #320 e #600, de maneira a expor uma superfície plana de dentina, onde foram aplicados os sistemas adesivos, seguidos da aplicação de resina composta Z-250 (3M/ESPE). Os dentes foram armazenados em água destilada por vinte quatro horas a 37°C. Então, estes foram seccionados paralelamente ao longo eixo do dente em seções de 0,6 ± 0,2 mm², nos sentidos vestibulo-lingual e mesio-distal e vinte corpos-de-prova foram

selecionados para cada sistema adesivo. O teste de resistência a microtração foi realizado com uma velocidade de 0,5 mm/min. As médias dos resultados foram: $33,26 \pm 8,3$ MPa para o Single Bond, $33,54 \pm 9,9$ MPa para o OptiBond Solo Plus e $45,56 \pm 12,2$ MPa para o Clearfil SE Bond. O tipo de falha predominante no estudo foi a adesiva (76,66%). Foi possível concluir que o Clearfil SE Bond apresentou a maior resistência de união a microtração, sendo diferente estatisticamente dos demais sistemas adesivos testados, que obtiveram valores semelhantes entre si.

Zanet et al.⁹³, em 2003, realizaram uma revisão de literatura sobre os procedimentos restauradores. Segundo os autores os procedimentos restauradores se tornaram mais conservadores desde o conceito proposto por Black. O objetivo do trabalho foi revisar dentro da literatura sobre o tratamento do colágeno presente no tecido dentinário desmineralizado. Os autores observaram benefícios e contra indicações sobre o tratamento da superfície dentinária podendo diminuir a resistência adesiva à dentina.

PROPOSIÇÃO

PROPOSIÇÃO

O propósito deste estudo foi de avaliar a resistência de união a dentina por meio de ensaio de microtração e microscopia eletrônica de varredura, dos seguintes sistemas adesivos:

1. Sistemas adesivos de três etapas:
 - 1 – Scotchbond Multi Uso (3M/ESPE)
 - 2 – All Bond 2 (Bisco)

2. Sistemas adesivos de frasco único:
 - 1 – One Step (Bisco)
 - 2 – Single Bond (3M/ESPE)
 - 3 – Prime & Bond NT (Dentsply)
 - 4 – One Step Plus (Bisco)
 - 5 – Excite (Vivadent)

3. Sistemas adesivos autocondicionantes:
 - 1 – Adper™ Prompt™ L-Pop™ (3M/ESPE)
 - 2 – Clearfil SE Bond (Kuraray)
 - 3 – One Up Bond F (Tokuyama)

MATERIAL E MÉTODO

MATERIAL E MÉTODO

1 – SELEÇÃO DOS DENTES

Para a realização deste estudo, foram empregados 40 terceiros molares humanos, recém-extraídos e livres de cáries. Os quais foram coletados junto ao Banco de dentes, da Universidade Tuiuti do Paraná. A princípio, os dentes foram raspados com uma cureta periodontal, para a remoção de debris de tecido periodontal e, em seguida, limpos com pasta de pedra pomes e água, com o auxílio da escova de Robson montada em contra-ângulo. Seqüencialmente, examinados em lupa estereoscópica (Zeiss: West Germany – mod. 475200/9901), possuindo lente de 10 vezes de aumento, cuja finalidade era detectar possíveis trincas ou alterações estruturais, as quais pudessem comprometer o desenvolvimento do experimento. Posteriormente, por um período não superior a três meses, foram imersos, a 04°C, em solução fisiológica, contendo Timol a 0,2% a fim de prevenir a desidratação. Os dentes utilizados, no estudo, foram obtidos seguindo um protocolo prescrito, o qual foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araraquara, cujo documento de aprovação consta nos apêndices 1 e 2.

2 – PREPARO DOS DENTES

Inicialmente, cortaram-se as superfícies oclusais, dos 40 dentes, aproximadamente 2,0 milímetros no nível da união amelo-dentinária e também, perto de 0,1 milímetro de profundidade^{18,26}, utilizando uma máquina de cortes seriados, ISOMET 1000[®] (BUEHLER Ltda. Lake Bluff, IL, EUA), e um disco de diamante, série 15LC (T=1/2 “, com 06”dia/0,020 “, n.º 11.4276), sob refrigeração abundante. Depois disto, foram regularizadas as superfícies com lixa carbureto de silício, granulação 320 (3M), como também, montadas numa politriz, modelo DP-10[®] (Panambra Industrial e Técnica S.A. – São Paulo – São Paulo - Brasil), sob adequada refrigeração à água, até a completa eliminação das ilhas de esmalte e exposição total da superfície da dentina. Sendo esta eliminação confirmada pela observação em microscópio óptico, (DF Vasconcelus S.A. – São Paulo – São Paulo – Brasil), com aumento de 30 x^{18,26,29}. Para padronização da *smear layer*, os dentes foram submetidos a um desgaste com lixa de carbureto de silício, de granulação 600 (3M), com auxílio da politriz, sob refrigeração abundante, durante um minuto. No decorrer da realização dos procedimentos descritos, caso a câmara pulpar fosse exposta, o dente seria, sistematicamente, descartado. Dando continuidade, procedeu-se à limpeza, das superfícies dentárias com água pelo tempo de 10 segundos e a secagem com ar comprimido, livre de qualquer impureza. Na seqüência, armazenou-se os dentes em água destilada e os

mesmos foram mantidos em temperatura ambiente. Demonstrando o resultado obtido, pode-se observar na Figura 1 o aspecto das superfícies preparadas.



FIGURA 1 – VISTA LATERAL DA SUPERFÍCIE DENTINÁRIA PREPARADA PARA RECEBER O TRATAMENTO.



FIGURA 2 – SUPERFÍCIE PLANA DE DENTINA PREPARADA PARA RECEBER OS TRATAMENTOS.

3 – GRUPOS DE TRATAMENTO

Os materiais utilizados em cada grupo de tratamento estão descritos nos Quadros 1, 2 e 3, como as respectivas técnicas de aplicação, no Quadro 4.

Quadro 1 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS SISTEMAS ADESIVOS DE TRÊS ETAPAS.

Material	Composição Química
All Bond 2 Bisco	<u>ADESIVO</u> Bis-GMA, UDMA, HEMA <u>PRIMERS A/B</u> NTG-GMA, BPDM, Acetona, Etanol, Água
Scotchbond Multi Uso® 3M/ESPE	Água, HEMA, Bis-GMA, Fotoiniciador, Copolímero do ácido polialquenoico.

FONTE: Fabricante

Quadro 2 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS SISTEMAS ADESIVOS DE FRASCO ÚNICO.

Material	Composição Química
Prime & Bond NT [®] Dentsply	PENTA, UDMA, Resina R5-62-1, Resina T, Nanopartículas, Iniciadores, Estabilizador, Hidrofluoreto Cetilamina, Acetona.
Single Bond [®] 3M/ESPE	Água, Etanol, HEMA, Bis-GMA, Dimetacrilatos, Fotoiniciador, Copolímero metacrilato funcional dos ácidos poliacrílico e politacônico.
One Step [®] Bisco	Acetona, HEMA, Bis-GMA, BPDM
One Step [®] Plus Bisco	Acetona, HEMA, Bis-GMA, BPDM e Partículas de Carga
Excite Vivadent	HEMA, Monômeros, Fosfatos dimetacrilatos, Sílica, Fotoiniciadores, Estabilizantes e 25% de Etanol

. FONTE: Fabricante

Quadro 3 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS SISTEMAS ADESIVOS
AUTOCONDICIONANTES

Material	Composição Química
One Up Bond F Tokuyama	MAC-10, HEMA, MMA, Partículas de flúor Silicato de alumínio, Água e Iniciador
Adper Prompt L-Pop 3M/ESPE	<u>LÍQUIDO 01</u> Ésteres fosfóricos Metacrilatos, Bis-GMA, Canforoquinona, Estabilizantes. <u>LÍQUIDO 02</u> Água, HEMA, Ácido polialquenóico, Estabilizantes.
Clearfil SE Bond® Kuraray Co.	<u>PRIMER</u> MDP, HEMA, Dimetacrilato Hidrofílico, Canforoquinona, N, N-Dietanol-p-toluidina, Água <u>ADESIVO</u> MDP, Bis-GMA, HEMA, Dimetacrilato Hidrofóbico, Canforoquinona, N,N – Dietanol-p-toluidina, Sílica Coloidal Silanizada

FONTE: Fabricante

Quadro 4 - TÉCNICA DE APLICAÇÃO DOS SISTEMAS ADESIVOS, CONFORME OS RESPECTIVOS FABRICANTES.

Sistema adesivo (Fabricante) Lote	Aplicação do ácido em dentina	Aplicação do Primer	Aplicação do Adesivo*	Tempo de Polimerização (segundos)
All Bond 2 Bisco 0100008068	32% por 15 seg.	Misturar Primer A e B e Aplicar 5 camadas consecutivas	Uma camada	20
Scotchbond Multi Purpose 3M/ESPE 7543	37% por 15 seg.	Uma camada e esperar 5 segundos	Uma camada	10
One Step Bisco 0100008080	32% por 15 segundos		Duas camadas	10
One Step Plus Bisco 0200004672	32% por 15 segundos		Duas camadas, Esfregar por 10 a 15 segundos	10
Single Bond 3M/ESPE 9EA	37% por 15 segundos		Duas camadas	10
Prime&Bond NT Dentsply 0112000092	37% por 15 segundos		Uma camada generosa e esperar 20 segundos	10
Excite Vivadent B29610	37% por 15 segundos		Uma camada	20
One Up Bond F Tokuyama 000231E	Autocondicionante		Misturar o Agente A com o Agente B	10
Adper Prompt L-Pop 3M/ESPE 15/2Y2	Autocondicionante		Misturar o Blister Vermelho com o Blister amarelo e esfregar por 15 segundos	10
Clearfil SE Bond Kuraray 51135	Autocondicionante	Aplicar por 20 segundos	Aplicar por 10 segundos	10

FONTE: Fabricantes

* Durante a aplicação dos sistemas foi considerado o brilho da superfície.

O aparelho fotopolimerizador KM-200R[®], (D.M.C. Equipamentos LTDA. E.P.P. - São Carlos - São Paulo - Brasil), foi empregado na polimerização dos sistemas adesivos, sendo testado quanto à intensidade de luz emitida na saída da fibra óptica, anteriormente à confecção unitária do corpo-de-prova. Estabeleceu-se, para este fim, o radiômetro acoplado ao aparelho, de modo que a intensidade mínima de luz gerada foi sempre superior a de 450mW/cm² 1,9,18.

Mediante realização dos tratamentos da dentina, com o auxílio da espátula para compostos Tompson[®], (Thompson GTX nº2), confeccionaram-se coroas de resina composta Z – 100[®] cor A2, (3M Produtos Odontológicos – Campinas - São Paulo - Brasil), como também, um porta-matriz Toflemire e, uma matriz de aço com dimensões de 0,7x 0,07 mm, (Metalúrgica FAVA S.A. - São Paulo - São Paulo - Brasil), em pequenas porções, de aproximadamente 01 milímetro. Enfatizando, que as mesmas foram polimerizadas individualmente por 40 segundos, utilizando o mesmo aparelho para polimerizar os adesivos, até se conseguir uma matriz de resina composta aderida ao tecido dentinário, com aproximadamente 06 milímetros de altura. Certamente, a altura dos blocos de resina foi controlada por uma sonda milímetrada, antes da inserção do compósito, de modo a posicionar a matriz no dente, exatamente, na altura desejada. Deve-se salientar que não houve, uma grande preocupação com a padronização da área aderida pelos blocos de resina, uma vez que esta padronização foi estabelecida no ato do preparo dos corpos de prova, para o teste de microtração¹⁹. Após a remoção da matriz de aço, cada face recebeu uma fotopolimerização adicional de 40 segundos; em seguida, as amostras foram mergulhadas em recipientes com

água destilada, assim como, devidamente identificadas e armazenadas em estufa de cultura, (FANEM Ltda. – São Paulo – São Paulo - Brasil), à temperatura de 37°C, durante 24 horas²⁸. O aspecto do conjunto formado pela resina composta e estrutura dental pode ser verificado na Figura 3.



FIGURA 3 – CONJUNTO FORMADO POR RESINA COMPOSTA (RC) E ESTRUTURA DENTAL (ED)

4 – OBTENÇÃO DOS ESPÉCIMES PARA O TESTE DE MICROTRAÇÃO

Todo procedimento de preparo dos corpos-de-prova para o teste de microtração, desde o corte das superfícies oclusais dos dentes até a obtenção dos espécimes, assim como o teste propriamente dito, foram realizados de acordo com a descrição da literatura^{16,18,19,26,45,47,60,71,73,86,87}.

Finalizado o período de armazenamento, os conjuntos formados, por resina composta e dente, foram fixados em suportes de madeira com godiva de baixa fusão, (Exata[®], DFL Indústria e Comércio LTDA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Com o auxílio da máquina ISOMET 1000[®] e do disco de diamante série 15LC em baixa velocidade, com constante irrigação, os conjuntos mencionados foram cortados, paralelamente, ao longo de seus eixos em espessuras de 1,0 mm e próximo de 1,0 mm nos sentidos vestibulo-lingual e mésio-distal, acautelando-se para não separar totalmente as “fatias”¹⁸.

No término, as bases dos conjuntos foram seccionadas perpendicularmente ao longo do eixo, com auxílio de um disco de diamante, (Swiss Dental Diamond Superflex[®] -Intensiv S.A. – Grancia – Suíça), montado em mandril e em baixa rotação. Deste modo, obteve-se espécimes em forma de palitos, com secção transversal de 1,0mm². Antes de serem submetidos aos testes de tração, os espécimes foram avaliados em microscópio óptico, sob aumento de 30x, para verificar se na área de adesão não havia falhas ou presença de esmalte, sendo descartados os que apresentavam tais características. Cada conjunto formado, por resina composta e elemento dental, após a realização dos cortes, produziu em média 25 palitos, perfazendo um total de 54 espécimes para cada grupo de tratamento. Entretanto, alguns grupos de estudo apresentaram número inferior, devido à eliminação dos classificados como inadequados, durante

o desenvolvimento da metodologia. As figuras 4, 5, e 6 apontam a seqüência de preparo dos espécimes, para o teste de microtração e a figura 8 mostra, esquematicamente, o preparo¹⁸.



FIGURA 4 – DENTE FIXADO NA MADEIRA.



FIGURA 5 – CORTE DOS ESPÉCIMES REALIZADO NO SENTIDO VESTÍBULO LINGUAL.



FIGURA 6 – CORTE DOS ESPÉCIMES REALIZADO NO SENTIDO MÉSIO-DISTAL.

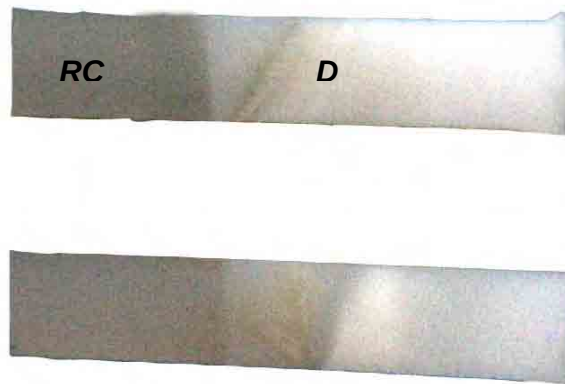


FIGURA 6 – VISÃO *PALITOS* CORTADOS.

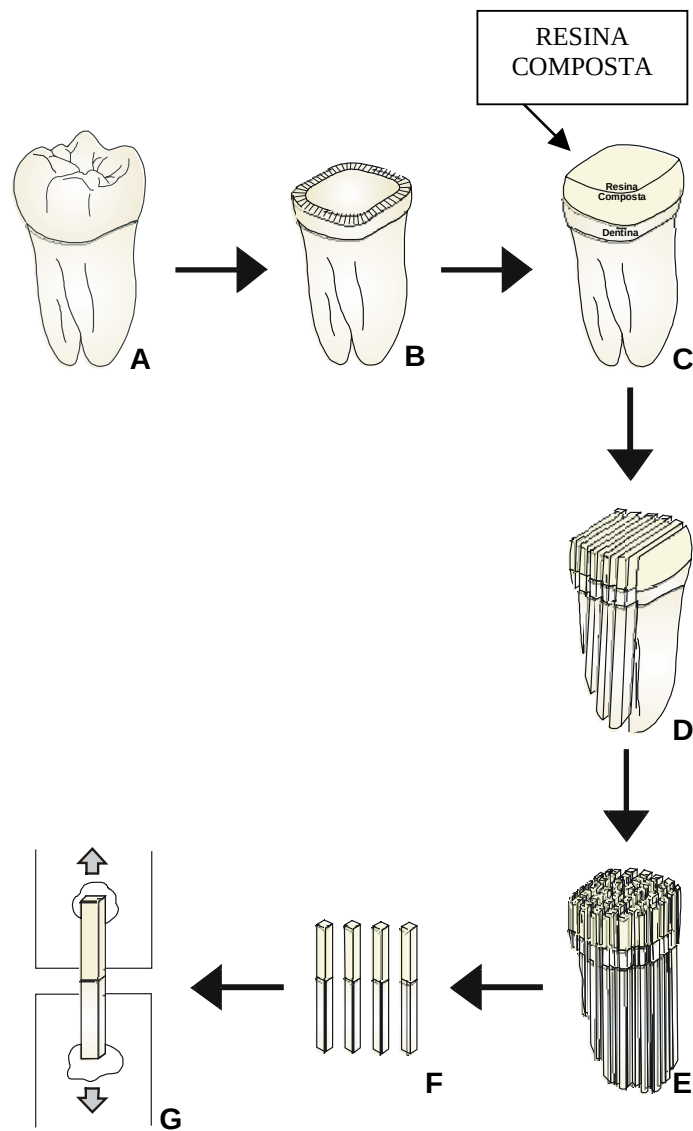


FIGURA 9 – DESENHO ESQUEMÁTICO RESUMINDO O PREPARO DOS ESPÉCIMES, PARA O TESTE DE MICROTRAÇÃO^{18,60,73}.

5 – TESTE DE MICROTRAÇÃO

A princípio, os espécimes, selecionados para o ensaio de tração, tiveram sua secção transversal de união e espessura de dentina remanescente medidas e anotadas, utilizando-se um paquímetro universal com leitura eletrônica, (DIGIMATIC CALIPER[®], Mitutoyo – Absolute – nº série BB071467), com precisão de 0,01mm. Em seguida, os *palitos* foram individualmente apreendidos com uma pinça, (STAINLESS STEEL AA / General nº401 – AA), e fixados pelas suas extremidades ao dispositivo de microtração (Figuras 10 e 11), com um adesivo instantâneo, (Superbond[®] Gel[®] – Henkel Loctite Adesivos LTDA – Itapevi – São Paulo - Brasil), associado a um acelerador (Zapit accelerator[®] – Dental Ventures of America. Inc - EUA), de forma a posicionar a área de adesão, perpendicularmente, ao longo eixo da força de tração. O dispositivo de microtração utilizado foi projetado para este propósito e suas características são mostradas na Figura 10.



FIGURA 10 – DISPOSITIVO DE MICROTRAÇÃO, ONDE O ESPÉCIME FOI FIXADO COM COLA À BASE DE CIANOCRILATO.



FIGURA 11 – ESPÉCIME FIXADO AO DISPOSITIVO DE MICROTRAÇÃO.

Os testes de microtração foram efetuados a uma velocidade de 1,0 mm/min do atuador³⁴, empregando-se uma Máquina de Ensaio Universal, (EMIC 500[®]), com adaptação de uma Célula de carga de 1KN, (Load Transducer modelo 66118 D - 01) e de um programa acoplado a estes (TestWorks[®]- Sistema TestStar 2 – MTS Systems Corporation – Minneapolis – Minnesota - EUA). No momento da fratura, o movimento foi imediatamente cessado e os dados coletados para posterior cálculo e análise. Os valores finais, de resistência adesiva, foram fornecidos diretamente pelo computador, expressos em MPa. O aspecto do dispositivo, de microtração acoplado à máquina de ensaios mecânicos é mostrado na Figura 12.



FIGURA 12 – DISPOSITIVO DE MICROTRAÇÃO ACOPLADO À MÁQUINA DE ENSAIOS MECÂNICOS

Posteriormente ao teste de tração, as superfícies de dentina e resina, correspondentes ao local da área da adesão, foram secadas com papel absorvente e observadas ao microscópio óptico, em aumento de 40X, verificando-se as falhas e as classificando, em seis tipos: adesiva entre sistema adesivo e dentina (AD); adesiva entre sistema adesivo e resina composta (AR); coesiva da dentina (CD); coesiva da resina composta (CR); coesiva do adesivo (CA) e; mistas (M)¹⁸.

6 – PREPARO DOS ESPÉCIMES PARA OBSERVAÇÃO AO MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA (MEV).

A título de ilustração, adicionalmente, um elemento de cada grupo foi preparado, conforme a sequência anteriormente descrita, para a realização do teste de microscopia eletrônica de varredura⁶⁶. A princípio, seccionaram-se os dentes ao meio (sentido longitudinal), com discos de diamante (Brassler), obtendo-se assim duas metades para análise. Na continuidade, as amostras foram inseridas em Glutaraldeído por 2 minutos, depois, lavadas com spray ar/água e aplicado ácido fosfórico, a 37%, por 10 segundos, e finalmente, em 1% HCL por 20 segundos. Sendo, a seguir, lavadas e secas antes da montagem em microscópio eletrônico (Figura 13). Para realizar a microscopia eletrônica das amostras, montaram-nas com as fraturas direcionadas para cima, sobre uma plataforma de alumínio, simultaneamente, foram cobertas por uma camada de

ouro, com auxílio de uma máquina metalizadora (Bal-Tec SCD 050). Ao término do preparo, foram observadas ao MEV (Modelo JSM T330A, JEOL Co, Tokyo, Japão), com aceleração de voltagem de 20kV, sob aumento de 3.500 vezes. Constata-se que este tipo de procedimento propicia, significativamente, a análise da camada híbrida e *tags* de resina no interior dos túbulos dentinários⁶⁶ (Figura 14).



Figura 13 – DENTE PREPARADO PARA A ANÁLISE DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.



Figura 14 – DENTES METALIZADOS E FIXADOS NO DISCO DE ALUMÍNIO PARA A ANÁLISE DE MEV.

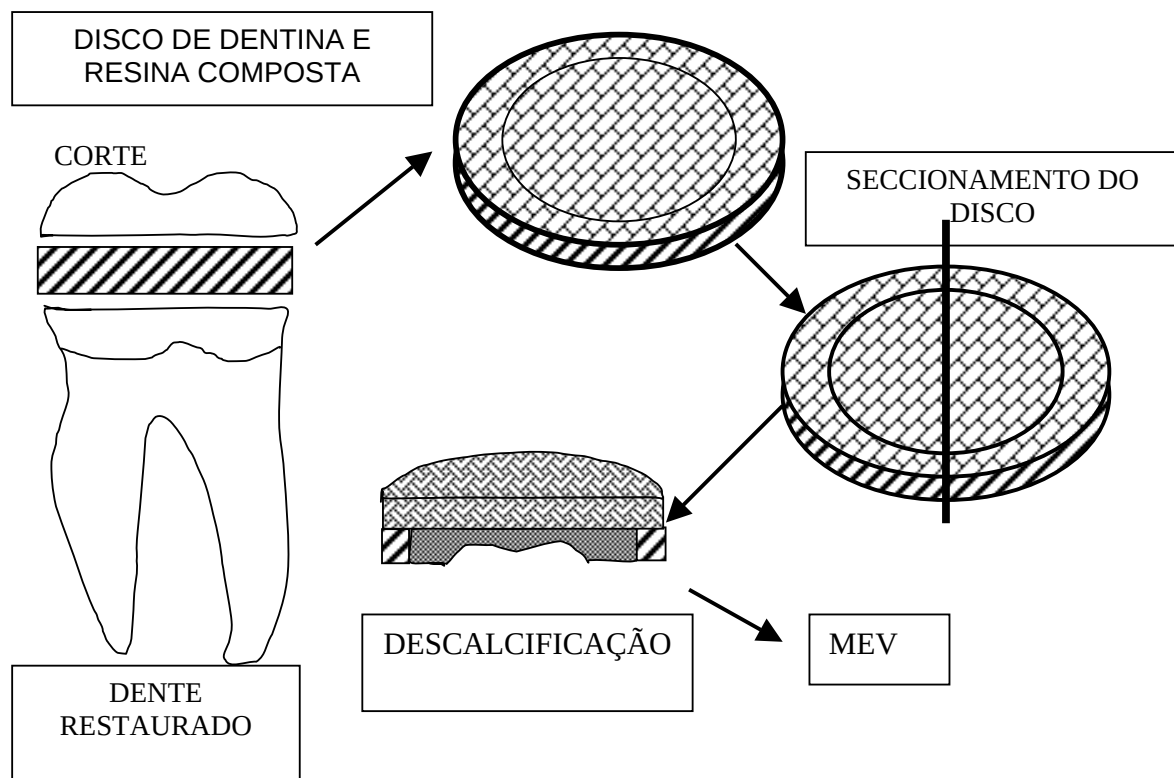


FIGURA 14: PREPARO DA AMOSTRA PARA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.⁶⁶

7- ANÁLISE ESTATÍSTICA

Visando identificar diferenças entre as médias populacionais, da variável força, devidas a uma causa ou fonte de variação (adesividade), utilizou-se análise de variância a um critério de classificação. O método de análise de variância aceita ou rejeita a(s) hipótese(s) H_0 de igualdade das médias populacionais. Se H_0 for rejeitada, admite-se que pelo menos uma das médias é diferente das demais. Nestas condições, realizou-se o teste proposto por *Tukey*, visando estabelecer comparações múltiplas entre amostras de tamanhos iguais.

Para a utilização de análise de variância, em primeiro momento, examinaram-se os pressupostos de normalidade dos dados e a homogeneidade de variância, através dos testes de normalidade de Lilliefors e de homogeneidade de variâncias de Bartlett.

Quando alguns dos pressupostos não se constataram, fez-se uso do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS

RESULTADOS

Após a análise estatística obteve-se como resultados os valores que estão demonstrados na tabela 1.

TABELA 1 – ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DA RESISTÊNCIA, SEGUNDOS OS ADESIVOS

ADESIVOS	N	MÉDIA	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO	MÍN.	MÁX.	C.V.%
All Bond 2	30	34.29	159.54	12.63	7.65	58.43	36.83
Scotchbond MP	30	26.31	82.68	9.09	12.52	50.09	34.55
Prime&Bond NT	30	21.35	104.48	10.22	2.09	45.22	47.86
Single Bond	30	28.82	217.45	14.74	6.26	66.09	51.16
One Step	30	29.02	127.34	11.28	10.43	54.26	38.88
One Step Plus	30	33.18	128.43	11.33	3.48	51.48	34.15
Excite	30	19.52	101.74	10.08	5.56	46.61	51.67
One Up Bond F	30	36.73	110.77	10.52	16.70	55.65	28.65
Adper Prompt L-Pop	30	31.76	127.85	11.30	17.39	52.87	35.59
Clearfil SE Bond	30	28.08	146.38	12.09	9.04	52.87	43.08
Total Geral	300	28.91	153.74	12.39	2.09	66.09	42.89

Fonte: PUCPR

Os resultados obtidos para os sistemas adesivos Single Bond e Adper™ Prompt™ L-Pop™ não apresentaram distribuição normal a um nível de probabilidade de $p \leq 0,05$, conforme o apêndice 5 Tabela 3A.

Os adesivos apresentaram homogeneidade de variâncias com relação à força a um nível de probabilidade $p \leq 0,05$, conforme o apêndice 6 Tabela 4A.

Em relação ao teste de Kruskal – Wallis, o valor calculado é maior que o valor tabelado a um nível de probabilidade de $p \leq 0,05$, existindo assim

diferenças entre as médias dos adesivos. O valor obtido da estatística de Kruskal-Wallis foi de 55,87, enquanto que o valor tabelado, a um nível de probabilidade de 0,05 foi de 16,92 (Apêndice 7 Tabela 5A). As diferenças apresentadas entre os sistemas adesivos foram para One Up Bond F e Scotchbond MP, Prime&Bond NT e Excite. Entre o sistema Prime&Bond NT e os sistemas adesivos All Bond 2, One Step Plus e Adper Prompt L-Pop e para o sistema adesivo Excite e All Bond 2, One Step Plus e AdperTM PromptTM L-PopTM (Apêndice 8 Tabela 6A).

Nos gráficos a seguir estão representados em MPa dos valores obtidos no teste de resistência adesiva para os dez sistemas adesivos analisados na ordem decrescente. As medidas das cargas obtidas para cada grupo são apresentadas no Apêndice 3 Tabela 1A.

GRÁFICO 1 – MEDIDAS DE TENSÃO PARA O SISTEMA ADESIVO ONE UP BOND F (TOKUYAMA)

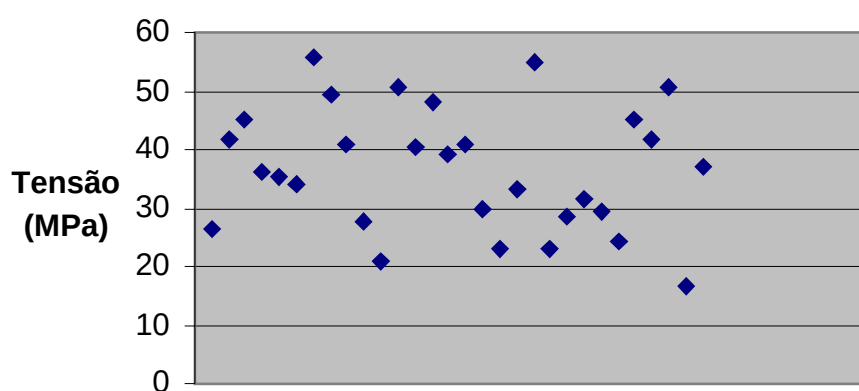


GRÁFICO 2 – MEDIDAS DE TENSÃO PARA O SISTEMA ADESIVO ALL BOND 2
(BISCO)

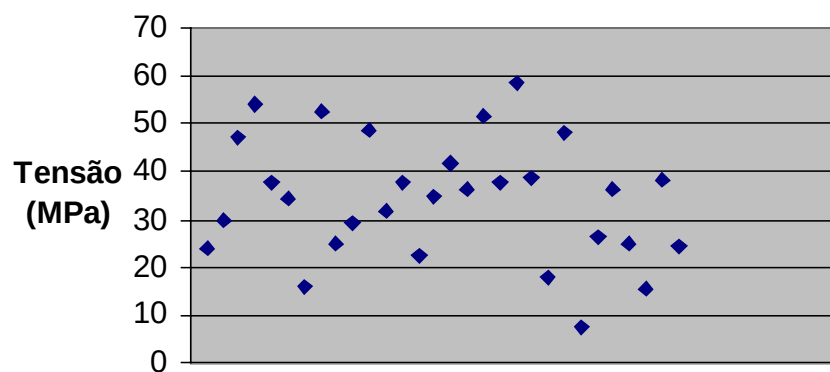


GRÁFICO 3 – MEDIDAS DE TENSÃO PARA O SISTEMA ADESIVO ONE STEP
PLUS (BISCO)

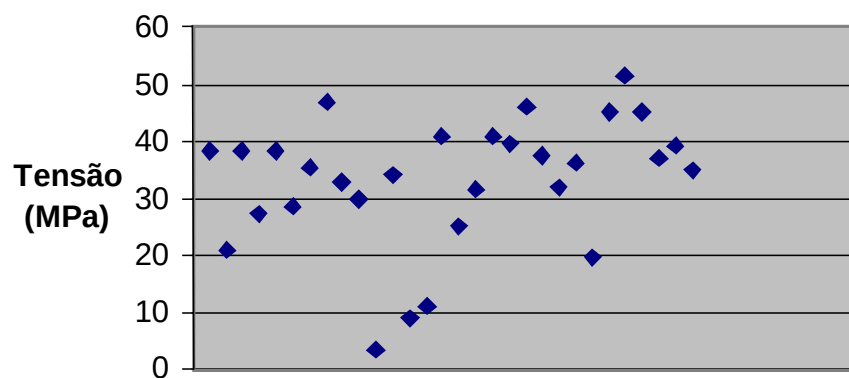


GRÁFICO 4 - MEDIDAS DE TENSÃO PARA O SISTEMA ADESIVO ADPER™
PROMPT™ L-POP™ (3M/ESPE)

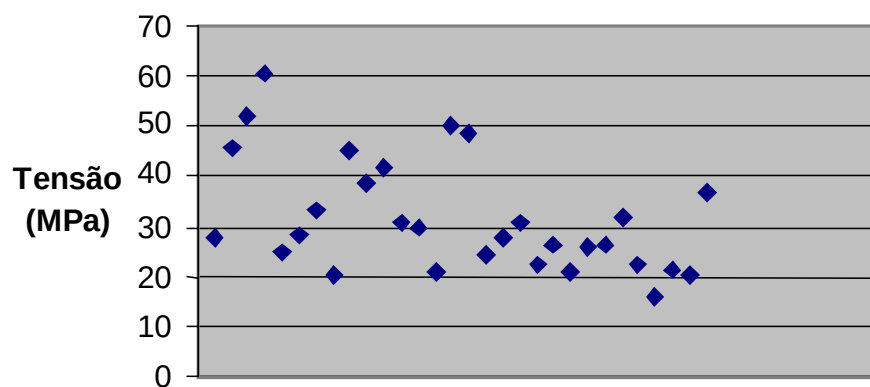


GRÁFICO 5 – MEDIDAS DE TENSÃO PARA O SISTEMA ADESIVO ONE STEP
(BISCO)

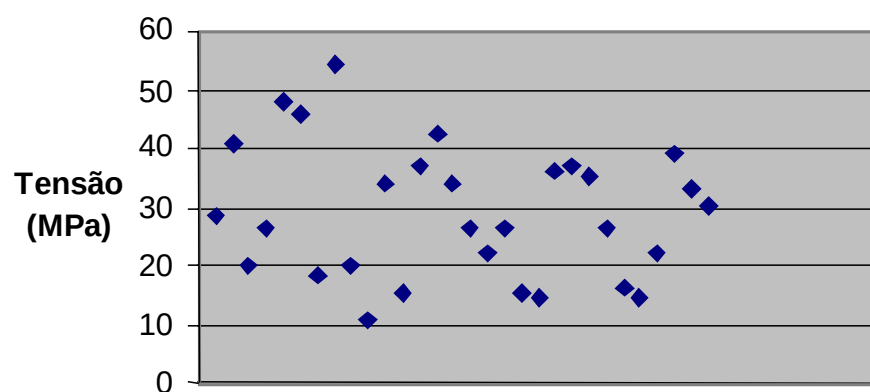


GRÁFICO 6 – MEDIDAS DE TENSÃO PARA O SISTEMA ADESIVO SINGLE BOND (3M/ESPE)

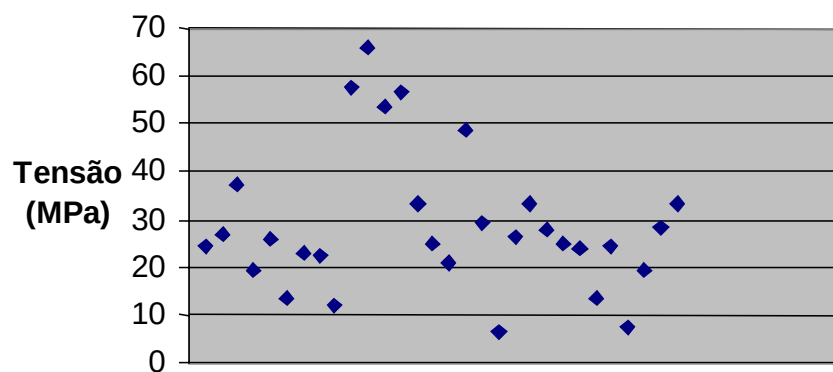


GRÁFICO 7 – MEDIDAS DE TENSÃO PARA O SISTEMA ADESIVO CLEARFIL SE BOND (KURARAY)

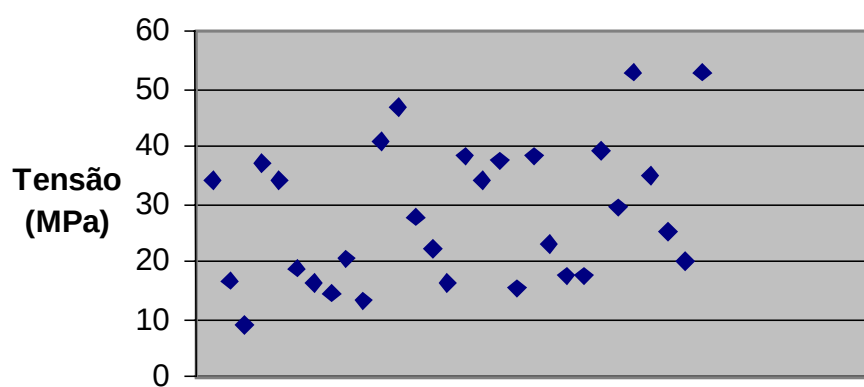


GRÁFICO 8 – MEDIDAS DE TENSÃO PARA O SISTEMA ADESIVO SCOTCHBOND MP (3M/ESPE)

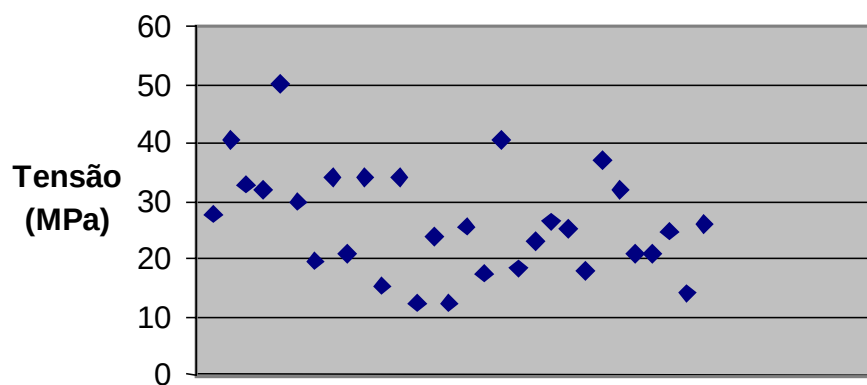


GRÁFICO 9 – MEDIDAS DE TENSÃO PARA O SISTEMA ADESIVO PRIME&BOND NT (DENSTPLY)

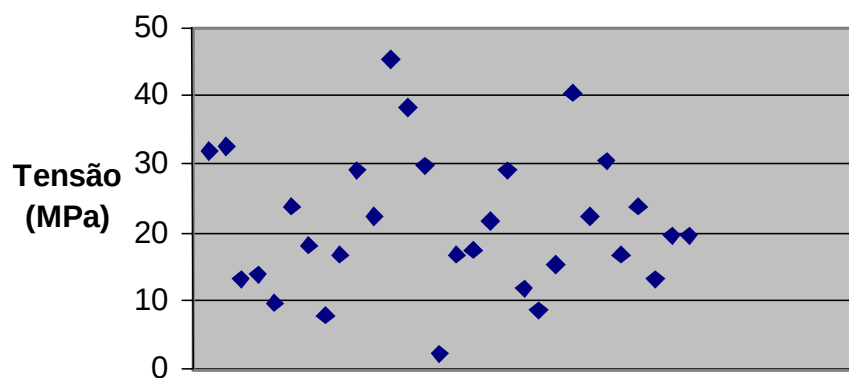
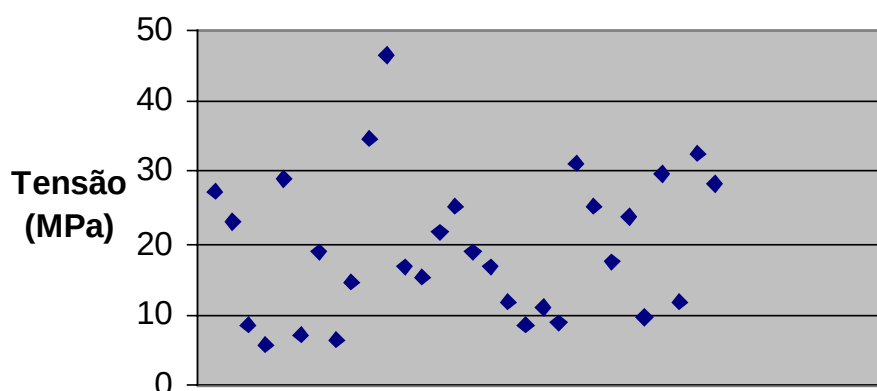
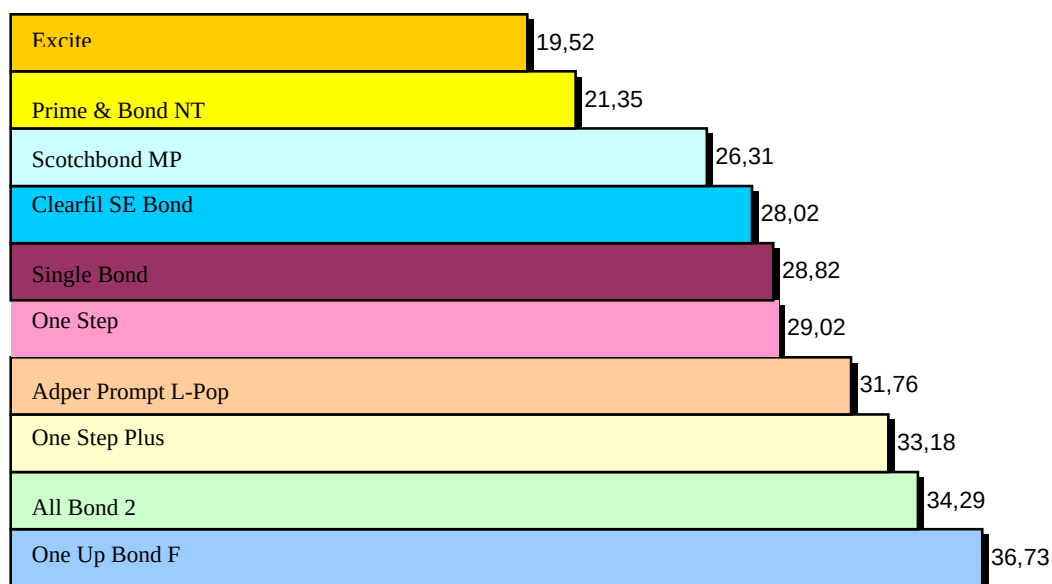


GRÁFICO 10 – MEDIDAS DE TENSÃO PARA O SISTEMA ADESIVO EXCITE (VIVADENT)



A seguir no gráfico 11 estão dispostos os valores de todos os sistemas adesivos testados em MPa.

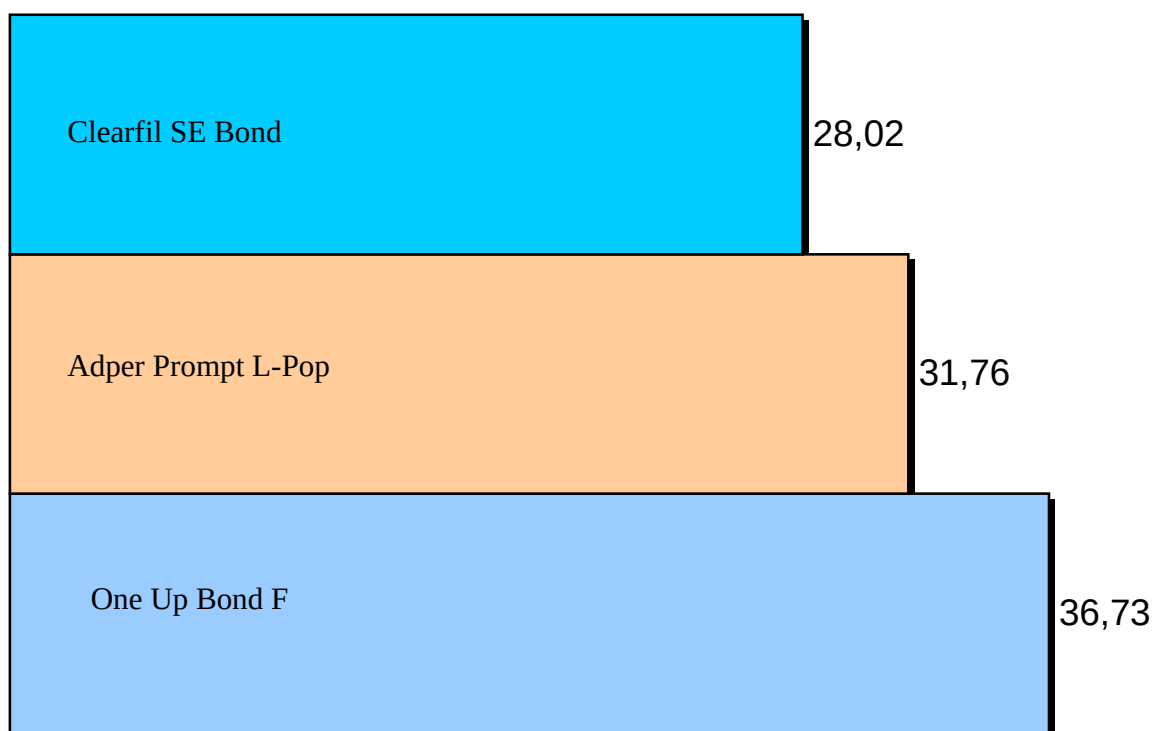
GRÁFICO 11: VALORES MÉDIOS DE RESISTÊNCIA ADESIVA DE TODOS OS SISTEMAS ADESIVOS TESTADOS (MPa).



Pôde-se observar que o sistema adesivo One Up Bond F (Tokuyama) apresentou maior média de resistência adesiva 36,73 MPa, e o menor valor foi observado para o sistema adesivo Excite (Vivadent) de 19,52 MPa.

Em seguida serão demonstrados os gráficos dos sistemas adesivo separados em grupos conforme o número de etapas. O gráfico 12 mostra os sistemas adesivos autocondicionantes, com os valores médios em MPa.

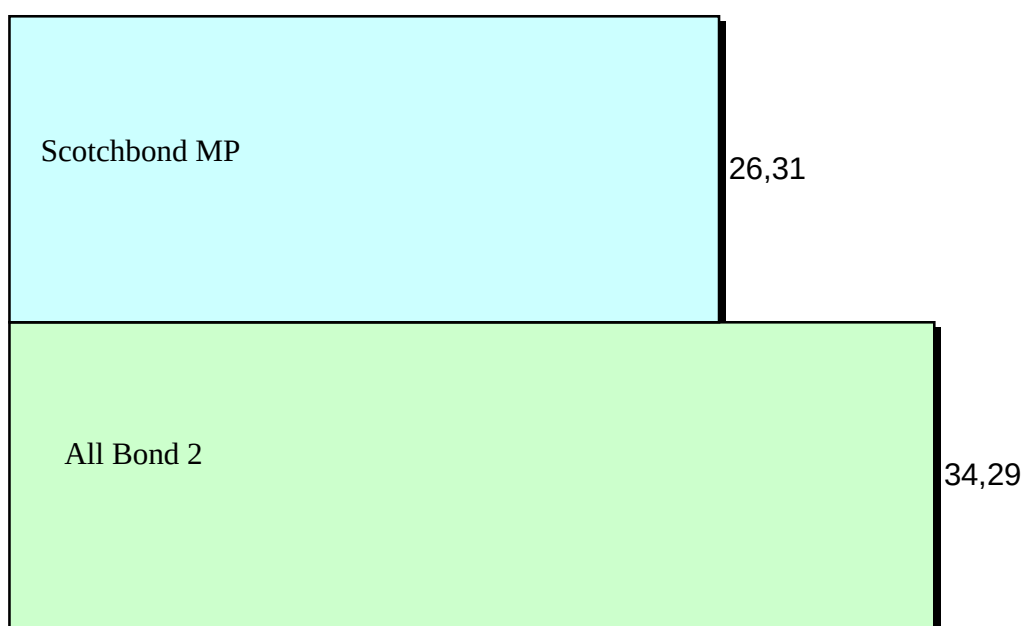
GRÁFICO 12 – SISTEMAS ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES (MPa)



Quando comparados os sistemas adesivos autocondicionantes entre si observa-se que não houve diferenças estatísticas entre os grupos.

O gráfico 13 mostra os valores médios para os sistemas adesivos de três etapas.

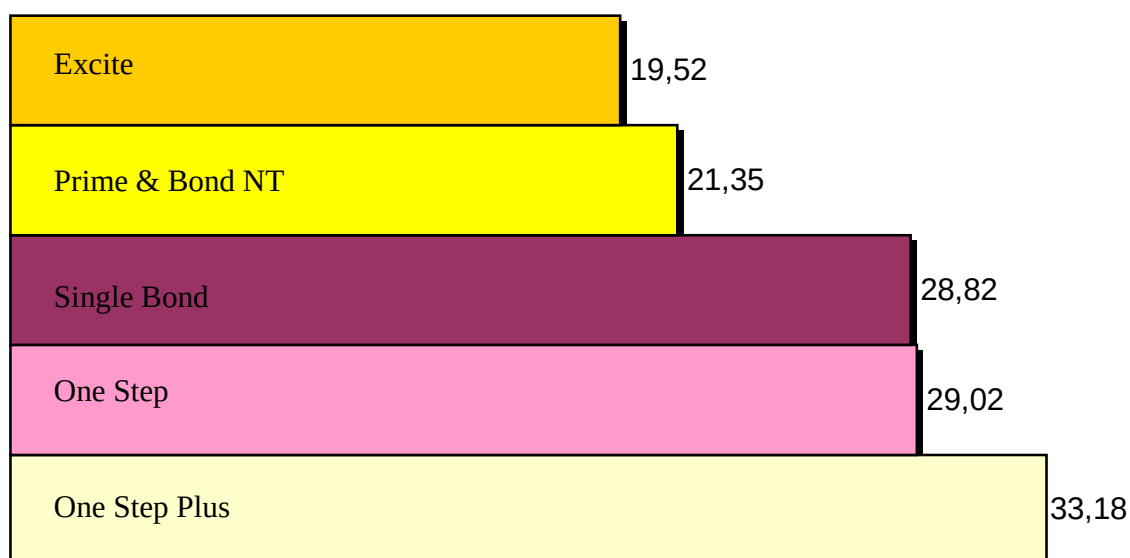
GRÁFICO 13 – VALORES MÉDIOS PARA OS SISTEMAS ADESIVOS DE TRÊS ETAPAS (MPa).



Não houve diferença estatística entre os sistemas adesivos de três etapas.

No gráfico 14 mostra os valores médios para os sistemas adesivos de uma etapa ou frasco único.

GRÁFICO 14 – VALORES MÉDIOS PARA OS SISTEMAS ADESIVOS DE UMA ETAPA OU FRASCO ÚNICO. (MPa)



Para os sistemas adesivos de frasco único os valores estatísticos obtidos apresentaram diferenças entre os grupos do sistema adesivo One Step Plus quando comparado com o sistema adesivo Prime&Bond NT e o Excite. Observa-se que estes sistemas adesivos apresentam carga em sua composição.

As amostras, após o teste de microtração, foram analisadas em estereomicroscópio para avaliar o tipo de fraturas ocorridas na interface dentina/sistema adesivo/resina, sendo as mesmas classificadas em três diferentes tipos: Adesiva (A), Coesiva da Resina (CR) e Mista (M).

As fraturas exclusivamente adesivas entre o sistema adesivo e a dentina apresentaram 69% do total das fraturas, seguido das fraturas mistas (17%) e 14% de fraturas coesivas. O grupo que apresentou o maior número de fraturas adesivas foi o sistema All Bond 2 (22), em seguida o sistema One Step Plus (20), Clearfil SE Bond (19), One Up Bond F (17), One Step (17), Adper™ Prompt™ L-Pop™ (16), Excite (15), Scotchbond MP (12), Single Bond (8) e Prime&Bond NT (4). Outro aspecto observado foi que a maioria das fraturas ocorreu exclusivamente na união (48%), seguido das fraturas que envolveram a união (36%) e das fraturas fora da união (16%).

TABELA 1: Número de falhas apresentadas pelos sistemas adesivos

Sistemas Adesivos	Número de falhas	Total de amostras
All Bond 2	22	30
One Step Plus	20	30
Clearfil SE Bond	19	30
One Up Bond F	17	30
One Step	17	30
Adper Prompt L-Pop	16	30
Excite	15	30
Scotchbond MP	12	30
Single Bond	8	30
Prime & Bond NT	4	30

MICROSCOPIA ELETRÔNICA

As amostras mais significativas foram fotografadas com filme NEOPAN 100 acoplado a uma máquina fotográfica no MEV (Modelo JSM T330A, JEOL Co., Tokyo, Japão).

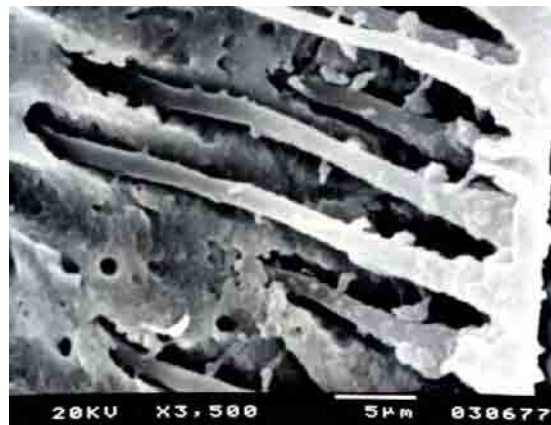


FOTO 01 – One Up Bond F (Tokuyama)

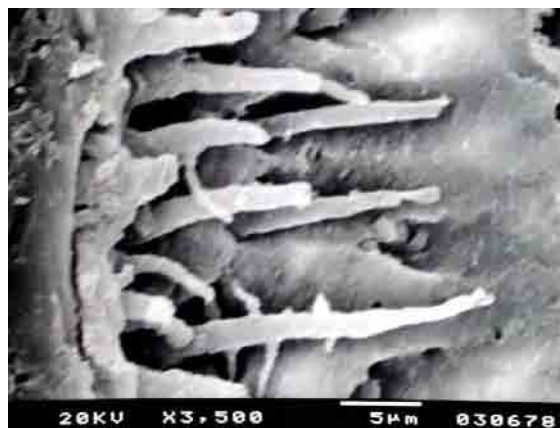


FOTO 02 – All Bond 2 (Bisco)

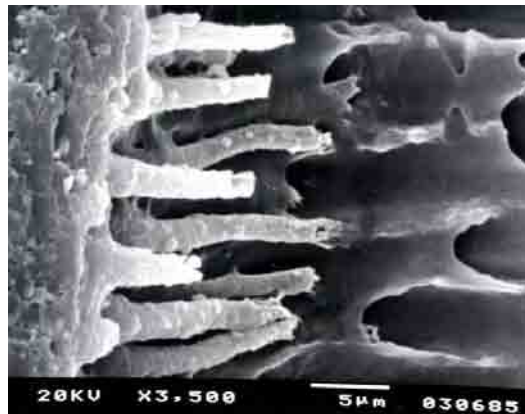


FOTO 03 – One Step Plus (Bisco)

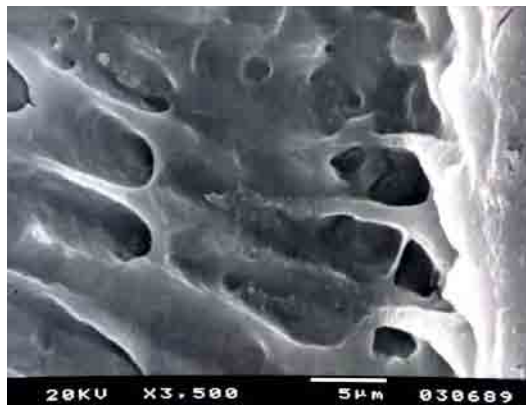


FOTO 04 – Adper™ Prompt™ L-Pop™ (3M/ESPE)

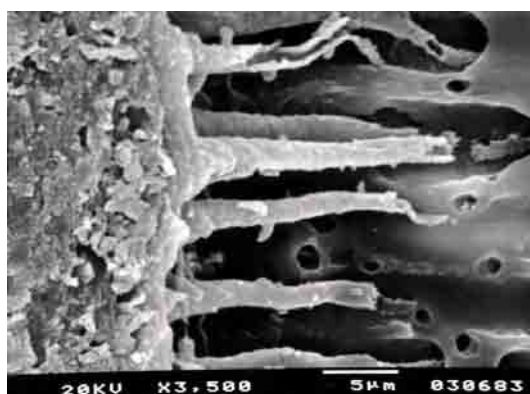


FOTO 05 – One Step (Bisco)



FOTO 06 – Single Bond (3M/ESPE)

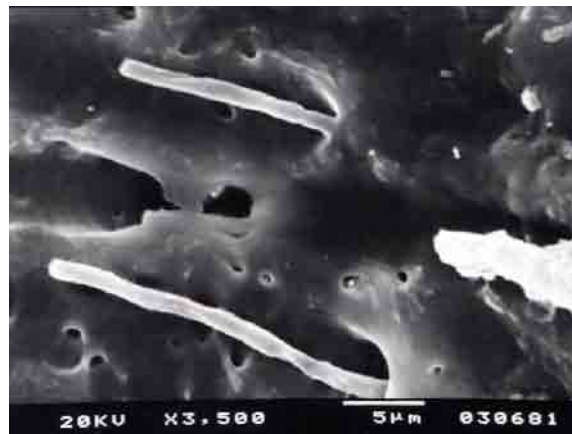


FOTO 07 – Clearfil SE Bond (Kuraray)



FOTO 08 – Scotchbond MP (3M/ESPE)



FOTO 09 – Prime&Bond NT (Dentsply)

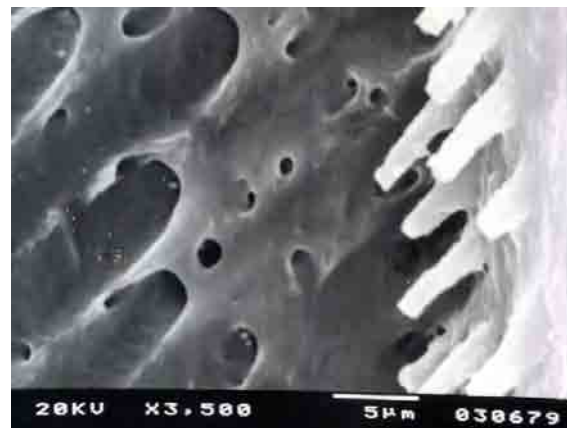


FOTO 10 – Excite (Vivadent)

DISCUSSÃO

DISCUSSÃO

Desde a introdução da técnica de condicionamento ácido, idealizada por Buonocore⁸, em 1955, ocorreram muitas mudanças na Odontologia. Os métodos mecânicos de retenção dos materiais restauradores da estrutura dental, propostos por Black, no início do século, têm sido substituídos por métodos que conservam a estrutura dental. Ao longo das últimas décadas, os conceitos restauradores têm sofrido modificações, favorecendo o aprimoramento. Nesse processo, evidencia-se que a adesão às estruturas dentinárias tem recebido atenção significativa.

Buonocore et al.⁷ (1956) discutiram acerca do condicionamento ácido em dentina, com resultados preliminares, registrando valor de adesão da dentina superior quando comparado com a dentina não condicionada.

Posteriormente, com a descoberta da resina composta, resultante dessas premissas, a Dentística registrou expressivos avanços tecnológicos em busca do material restaurador ideal, que apresentasse melhores respostas de biocompatibilidade ao órgão dental.

A resina composta, desenvolvida por Bowen⁶, que inicialmente era indicada somente para os dentes anteriores, passou a ser utilizada também para os dentes posteriores, viabilizando a busca da solução estética. A indicação só se tornou possível pela melhoria das propriedades físicas e químicas das resinas compostas e dos sistemas adesivos. No entanto, o uso das resinas compostas

nos dentes posteriores apresenta limitações, tais como: infiltração marginal; baixa resistência ao desgaste quando comparada ao amálgama e a estrutura dental e; baixa resistência à tração e ao cisalhamento. No intuito de diminuir estes problemas, estudos são realizados rotineiramente na tentativa de minimizar os efeitos deletérios do processo de adesão.

Uma das limitações encontradas pela Odontologia Restauradora, durante o processo de adesão, é a diferença de substratos encontrados na estrutura dental. Embora a adesão ao esmalte seja mais segura e duradoura, a adesão à dentina tem sofrido modificações devido à diferença na sua composição⁸, apresentando um substrato dinâmico com atividade biológica que dificulta o estabelecimento de uma adesão confiável e durável¹⁷.

Conforme Retief et al.⁶⁷ (1992) o condicionamento ácido em esmalte tornou-se um procedimento indispensável na adesão dos sistemas adesivos. No entanto, não recomendavam a utilização do ácido sobre a dentina. Pois, segundo os autores, seria necessário que a dentina apresentasse histologicamente uma evidência onde não houvesse uma resposta pulpar adversa.

Segundo Perdigão & Lopes⁶², a adesão ao esmalte é uma técnica realizável, pois favorece o surgimento de microporosidades sobre a estrutura do esmalte, constituindo-se num mecanismo importante do processo de adesão.

Ressaltando, o esmalte é um tecido calcificado, com alta porcentagem de matéria inorgânica, cerca de 89% do volume²⁷, a qual permite uma alta energia de superfície. A adesão na superfície intacta do esmalte pode não ser efetiva, haja vista, a mesma, estar comprometida pela presença de placa bacteriana e camada orgânica associada à camada aprismática do esmalte. Tais

fatores, associados ou não, podem predispor ao uso do condicionamento ácido. Porém, com a remoção dos mesmos, o esmalte torna-se uma superfície de excelente adesão micromecânica²⁶.

Devido à estrutura anatômica e composição química, a dentina se apresenta com maior quantidade de água⁶² e com substrato heterogêneo^{18,31}. Em consequência, ocorre uma variação de resultados, podendo estar relacionada ao comprimento, tamanho e densidade dos túbulos dentinários; a *smear layer* e a esclerose dentinária^{18,31}.

Outros fatores podem interferir de maneira direta ou indireta no processo de união da dentina, como: profundidade da cavidade^{30, 74}, presença de dentina esclerótica, configuração da cavidade, presença de dentina cariada, grau de maturação da dentina³⁸, idade do paciente, umidade dentinária proveniente da densidade e tamanho dos túbulos dentinários.

Para Heymann et al.³¹ os fatores influenciadores no processo de adesão dentinária são: o dente, o paciente e os materiais restauradores. A dentina exibe outros fatores considerados de menor importância, dentre eles; as condições laboratoriais, o tipo de dente (humano ou bovino), o tempo e tipo de solução de armazenamento dos dentes, o uso de ciclagem térmica ou mecânica, o grau de polimerização, o tipo de material resinoso e o tipo de teste empregado.

Um aspecto muito característico da dentina é a presença de túbulos que cruzam toda a sua espessura, desde o limite amelodentinário até a polpa. Os túbulos dentinários estão dispostos de maneira concêntrica e radial em direção à polpa. Sendo assim, quanto mais profunda for a cavidade, maior o

número de túbulos dentinários presentes por unidade de área e conseqüentemente, menor a quantidade de dentina intertubular^{30,74}. Em cavidades profundas, os túbulos dentinários exibem um diâmetro (2,5 µm), aumentado em relação ao diâmetro do túbulo na superfície dentinária (0,8 µm), fato que torna a dentina mais permeável e mais úmida em relação à superfície^{31,75}.

Em referência à cavidade, quanto maior for a profundidade e mais próximo da polpa, haverá um decréscimo relativo na quantidade de dentina intertubular disponível para a formação da camada híbrida, e também, o aumento da umidade intrínseca da dentina. Cabendo ressaltar que esses fatores podem interferir na adesão, diminuindo a força de união^{7,10,14,20,58,84,87}.

Normalmente a densidade dos túbulos dentinários é de 30.000 por mm² e a quantidade de túbulos próximos à polpa é aproximadamente de 43.000 por mm². Evidenciando, assim, de forma clara que quanto mais próximo à polpa maior será a permeabilidade dentinária⁵⁷.

A utilização dos instrumentos rotatórios no esmalte e na dentina, durante a execução da cavidade, produz uma camada de debris sobre a superfície destes tecidos denominada de *smear layer*. A mesma apresenta uma espessura que pode variar de 0,5 µm a 15 µm, dependendo do tipo de instrumento, de refrigeração durante o corte, da velocidade do corte, do tamanho e forma, da cavidade e, ainda, da profundidade da dentina que foi cortada⁹⁴.

A *smear layer*, produzida durante os preparos cavitários, funciona como barreira contra a difusão de bactérias para o interior dos túbulos dentinários.

Sua remoção, por meio do condicionamento ácido, compele de modo absoluto o aumento da permeabilidade dentinária e conseqüentemente sua umidade⁹⁴.

A camada de debris, por sua vez, não está firmemente aderida à superfície dentinária, impedindo o íntimo contato que deve haver entre o adesivo e a dentina, sendo que o mesmo é essencial para se obter uma adesão efetiva. A maior desvantagem de se manter a *smear layer* consiste na sua fraca união à dentina subjacente⁹⁴.

Com referência ao exposto, é essencial remover ou alterar a *smear layer* para obtenção de maior resistência adesiva^{23,94} ou fazer com que os sistemas adesivos penetrem nesta camada. Porém, a maioria dos sistemas adesivos remove a camada de *smear layer*²⁷.

O tempo despendido de condicionamento ácido, para o preparo da superfície dentinária, previamente à aplicação dos sistemas adesivos totaliza 15 segundos para a dentina⁴. Determinando que o tempo consumido é análogo ao preconizado pelos fabricantes.

A efetividade dos adesivos dentinários possui fundamental importância quanto a sua interação direta com a dentina, a qual ocorrerá, somente, com a remoção ou modificação da *smear layer*, através do condicionamento ácido ou do emprego de *primers* acidulados⁹⁴. A formação de uma ótima interface adesiva requer que a superfície do substrato encontre-se limpa e com baixo ângulo de contato. Permitindo, assim, que haja uma favorável adaptação do sistema adesivo sobre o substrato, que a interface adesiva apresente resistência física, química e mecânica para resistir às forças intraorais e ainda, que o sistema adesivo seja bem polimerizado²⁷.

A utilização de substâncias ácidas sobre a dentina tem como finalidade à remoção da camada de *smear layer*, provocando alterações no tecido. O emprego do condicionamento ácido ainda desmineraliza a dentina intertubular, dissolve parcialmente a dentina peritubular, aumentando assim, o diâmetro dos túbulos dentinários e, por conseguinte, promove a saída dos fluídos da polpa em direção à superfície dentinária. De modo que tornam a dentina num tecido permeável com grande quantidade de umidade na superfície, podendo, pois, interferir no processo de adesão^{18,58,75,84}.

Alguns fatores devem ser analisados para promover o uso correto do sistema adesivo sobre a superfície dentinária. A efetividade, dos sistemas adesivos na dentina, depende dos sistemas adesivos empregados, como: a umidade dentinária e a aplicação prévia de agentes de limpeza, antes do sistema adesivo^{26,59,70,72}.

Os princípios de adesão surgiram na década de 50, quando Buonocore⁷ constatou que as indústrias utilizavam substâncias ácidas para a pintura de superfícies metálicas. Portanto, elaborou um estudo utilizando o ácido fosfórico, a 85%, sobre a estrutura dental^{8,37}. Os resultados obtidos foram satisfatórios, levando-o a realizar o mesmo procedimento na superfície dentinária⁷. No entanto, os resultados não foram tão favoráveis, devido à presença do colágeno e da umidade da dentina⁴⁶.

No mesmo período Bowen⁶ analisou a molécula bifuncional ou agente de união, com propriedades hidrofóbicas²⁶, obtendo como resultado uma fraca força de adesão à estrutura dental²⁹, em torno de 1 a 3 MPa, caracterizando

os primeiros sistemas adesivos³⁷. Os sistemas efetuavam a remoção total da *smear layer* por agentes condicionadores²⁶.

À vista disso, os baixos valores obtidos nos testes de resistências de união dos sistemas adesivos, primeira e segunda geração, consistiu no surgimento de uma nova categoria de agentes de união. Este novo sistema adesivo desenvolvido removia, substituía ou modificava a *smear layer*^{26,45}, além de possuir *primers* hidrofílicos. A efetividade dos *primers* ocorre devido à presença de monômeros com propriedades hidrofílicas²⁷, os quais tem afinidade com as fibras colágenas expostas, preparando a dentina para a penetração do agente adesivo⁶⁶ e, ainda, monômeros com propriedades hidrofóbicas, assim como, a finalidade de união com a resina composta⁸⁴.

A utilização dos *primers* nos sistemas adesivos de terceira geração aumentou o processo de adesão, apresentando melhores resultados para a resistência de união, em torno de 10 MPa³⁷.

Fusayama et al.²³, em 1979, preconizaram o uso do condicionamento ácido total, buscando um aumento da força adesiva. A técnica tinha como objetivo o condicionamento simultâneo do esmalte e da dentina pelo ácido fosfórico, por 15 e 20 segundos, respectivamente. O método de adesão consistia no condicionamento da superfície dentinária, promovendo a remoção de toda *smear layer* e do *smear plug*, expondo a rede de fibras colágenas da dentina intertubular⁴⁶.

Nakabayashi et al.⁴⁵ observaram a formação de uma camada ácida resistente de fibras colágenas reforçadas por resina, denominada camada

híbrida. Estes sistemas adesivos apresentaram valores de resistência adesiva em torno de 25 a 30 MPa⁸⁵.

Com intuito de reduzir ou simplificar os procedimentos clínicos, foram introduzidos no mercado novos sistemas adesivos que preconizavam o condicionamento ácido total, porém, formados por dois tipos de materiais adesivos: os sistemas de frasco único ou monocomponente (*one – bottle*) e os de sistemas com *primers* autocondicionantes³⁷.

Nos sistemas adesivos de frasco único, o *primer* e o adesivo dos sistemas anteriores pertencem a uma única solução, mantendo a concentração dos monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos, que infiltram a dentina condicionada em uma única etapa³. Os respectivos produtos vêm se destacando pela facilidade de uso e pela rapidez de aplicação, facilitando a consecução dos sistemas adesivos, através da redução do número de etapas, durante o procedimento clínico³.

Os sistemas adesivos de quarta geração se diferenciam dos demais por remover por completo a camada de *smear layer* com agentes ácidos fortes. Este tratamento da dentina tem como finalidade realizar a interpenetração do colágeno dentinário e a formação da camada híbrida²⁶. A camada híbrida forma uma união micromecânica, sem que haja adesão química. A camada híbrida contribui com 57% da adesão total em dentina superficial, sendo que os *tags* contribuem com 7,1%. Em dentina profunda a formação da camada híbrida apresenta 35,8% e os *tags* de resina 40,3%²⁶.

Os materiais mencionados são compostos de monômeros hidrófilos e hidrofóbicos, dissolvidos em solvente orgânico como acetona ou álcool

(etanol). O monômero HEMA (2-hidroxietil metacrilato) é o componente principal da maioria dos sistemas. O mecanismo de ação, do sistema de frasco único, apresenta solventes orgânicos altamente voláteis, que perseguem a água e conduzem os monômeros para o contato com as fibras colágenas expostas, resultando num entrelaçamento micromecânico^{64,78}.

Os sistemas adesivos de frasco único apresentam baixas propriedades mecânicas quanto à possibilidade de influenciar a adesão. Conseqüentemente, para promover melhoria das propriedades, foram adicionadas partículas de carga nos sistemas adesivos. A própria camada híbrida apresenta cerca de quatro vezes mais elasticidade do que a dentina normal, porém sua espessura, cerca de três micrômetros, não seria suficiente para absorver a tensão gerada pela contração de polimerização. Sendo assim, poderia ser utilizado um sistema adesivo com carga, o qual forneceria uma camada mais espessa²⁵.

A quantidade de carga presente no sistema adesivo, em média, é de 0,5% a 40% por peso²⁷, visando um aumento da resistência adesiva^{42,50} e da “memória elástica”^{16,50} quando aplicada sob o material restaurador. Assim, esta mesma camada intermediária deve possuir propriedades adequadas para resistir ao stress¹⁷ do meio oral⁵⁰, preservando de maneira eficaz a união¹⁶.

A formação de uma camada mais elástica, com menor módulo de elasticidade, entre o dente e a restauração, tem como função preferencial distender-se durante a contração de polimerização, impedindo a formação de trincas na estrutura dental²⁵.

Alguns fabricantes desenvolveram sistemas adesivos com nanopartículas, constituídos de uma carga tão pequena que conseguem penetrar

entre as fibras de colágeno da dentina desmineralizada, integrando-se à parte da camada híbrida²⁵. Apesar dos sistemas adesivos com nanopartículas apresentarem menor contração de polimerização e melhores propriedades mecânicas do que os sistemas adesivos sem carga, não funcionam como amortecedores para a contração de polimerização da resina composta²⁵.

Preconizando a tendência de simplificação, surgiram os sistemas adesivos de uma única etapa ou sistemas autocondicionantes ou *self etching*. Todavia, nenhum sistema adesivo autocondicionante apresenta todos os componentes em um único frasco. Atualmente, uma etapa, corresponde a uma aplicação única de todos os componentes empregados, com uma mistura prévia dos mesmos²⁵. Entre algumas vantagens apresentadas por eles, pode-se destacar: a diminuição do tempo de trabalho¹¹; a diminuição do número de etapas, onde somente uma única aplicação da solução é requerida para condicionar tanto a dentina quanto o esmalte simultaneamente⁴⁴, e também; não se faz necessária à etapa de lavagem. Segundo as instruções do fabricante, recomenda-se secar levemente com jatos de ar, constituindo outra vantagem em destaque⁹³.

Os sistemas adesivos autocondicionantes ou *self-etching* apresentam, como diferença peculiar, o tratamento da dentina por uma solução aquosa de Phenyl-P e HEMA³⁷. A utilização de *primers* acidificados possui a finalidade de obter uma integração da dentina com a resina, minimizando o risco de impregnação incompleta da resina e secagem excessiva da superfície dentinária⁵, através da reação química ácido/base e registrando, como resultado, a formação de sais estáveis. E acrescentando, visa a interpenetração micromecânica no colágeno dentinário, sem remover a camada de *smear layer*, formando assim

uma camada de integração dentina/resina, através de adesão ou química verdadeira e de união micromecânica²⁶.

Os sistemas autocondicionantes foram desenvolvidos, em deferência: pelo aumento da concentração do monômero ácido (Yoshiyama et al.⁸⁹) e pela mistura aquosa de álcool de monômeros funcionais acidificados e outros constituintes, os quais nos sistemas convencionais que inicialmente eram de 5 a 6% passaram, aproximadamente, a 20 %, condicionando ao mesmo tempo o esmalte e a dentina⁴⁴. Promovendo simultaneamente a difusão dos monômeros para o interior dos túbulos dentinários e gerando *tags* de resina para o esmalte e a camada híbrida para a dentina, com a aplicação do agente adesivo⁴⁴. Apesar dos sistemas autocondicionantes foi constatada menor capacidade de condicionamento por causa do alto pH quando comparada com a do ácido fosfórico, pois a ação dos sistemas adesivos resulta em menor desmineralização em superfície íntegra do que em superfície desgastada³⁶.

Os resultados obtidos por Yoshiyama et al.⁹¹ sugerem que os sistemas autocondicionantes estabelecem boa adesão à dentina, pela criação de uma camada híbrida fina. No entanto, a adesão ao esmalte deveria ser aperfeiçoada ou realizada com o ácido fosfórico prévio^{30,36,90}.

Considerando Miyazaki et al.⁴², a adesão dos sistemas autocondicionantes sobre a superfície de esmalte, para a formação dos *tags*, ocorre através do pH. Porém, os resultados permitiram afirmar que os *tags* formados são rasos. Assim, demonstra-se que, não apresentam resistência suficiente para suportar o stress térmico³⁹.

Conforme Tay et al.⁸¹, os sistemas autocondicionantes apresentam união efetiva tanto para esmalte quanto para dentina, apesar da camada híbrida formada se apresentar com espessura menor do que as camadas criadas entre os sistemas adesivos de três e dois frascos e o tecido dentário.

Hanning et al.²⁹ destacaram que os *primers* autocondicionantes provaram ser uma alternativa eficiente, em relação ao tratamento com ácido fosfórico na superfície de esmalte, gerando uma adesão segura e durável, no selamento das margens das restaurações.

Como os sistemas adesivos sofreram muitas modificações em sua composição química, o propósito deste trabalho foi avaliar a resistência adesiva dos diferentes sistemas adesivos.

Os testes mecânicos empregados para verificar a resistência adesiva dos sistemas adesivos dentinários à estrutura dental são: o teste de cisalhamento e o teste de tração¹⁸. Contudo, na década de 90, Sano et al.⁶⁹ preconizaram o teste de microtração, no qual se utilizaram corpos de prova, com cortes seriados e secções com aproximadamente 0,7 mm de espessura. Este novo teste de resistência adesiva minimizou problemas *in vitro* e reduziu a quantidade de dentes extraídos, para a realização dos testes, tornando-se assim, de maior relevância clínica²⁷.

O teste de microtração demonstra a tendência de resultados mais elevados^{26,94} e mais consistentes que o de cisalhamento⁶², bem como, maior mensuração da adesão, pois durante a realização do teste de cisalhamento, ocorre distribuição irregular da força. Estaticamente, os resultados dos testes que utilizam pequenas áreas apresentam maiores índices de força de adesão dos que

fazem uso de superfícies mais extensas. A variação encontrada provavelmente é decorrente do surgimento de baixos defeitos presentes em áreas menores⁶². Assim sendo, enquanto a área do teste de cisalhamento é maior, em torno de 7,0 a 11 mm² ^{26,29,54,68,77}, a superfície utilizada pelo teste de microtração, abrange de 0,5 a 10 mm², a qual delimita uma pequena área, evidenciando, desta forma, a redução de falhas intrínsecas⁹⁴.

Como bem salientaram Perdigão et al.⁶³ (2002), o teste de resistência adesiva, pelo método de microtração, proporciona expressivas vantagens, como: melhor distribuição do stress quando comparada ao teste de cisalhamento³⁴; o aparecimento de mais falhas adesivas e poucas falhas coesivas; testes de diferentes regiões no mesmo dente; a mensuração dos valores da adesão na interface; a capacidade de mensuração da força de adesão regional e; o uso de um único dente para se obter várias interfaces adesivas^{63,88}. Sob a mesma ótica, Yoshiyama et al.⁸⁹ aduziram que este tipo de teste propicia, ainda; a avaliação em superfícies irregulares e em pequenas áreas⁷⁵, a facilitação da análise das falhas de adesão por microscopia eletrônica de varredura¹ e; a utilização de diferentes substratos, como dentina de dentes decíduos, dentina esclerótica e dentina afetada por cárie⁶³.

Phrukkanon et al.⁶⁴ sugeriram que os testes de tração e de cisalhamento pareciam adequados para execução de testes de resistência adesiva em laboratório. Entretanto, os valores obtidos podem ter pequena margem de diferença, pois existem variáveis entre os dois métodos, tal como, a direção da força e a distribuição do *stress* na interface. A menção quanto ao tipo de teste, deveria ser relatada em todos os testes de resistência adesiva, pois consiste numa

importante regra. O teste de tração tem confirmado que as diferenças presentes no teste, e os variados aparatos, poderiam afetar os valores dos resultados⁸⁵.

Tanumiharja et al.⁷⁶, averiguaram que os resultados encontrados, em testes laboratoriais, comprovam uma grande variação, podendo ser resultante não somente das diferenças de propriedades dos materiais adesivos e das características da dentina, mas também, das diferenças de preparação das amostras.

Para a realização deste trabalho foram utilizados dentes terceiros molares hígidos. Os dentes foram obtidos junto ao banco de dentes, da Universidade Tuiuti do Paraná, e, o trabalho foi aceito pelo Comitê de Ética, da Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Odontologia de Araraquara.

Durante a execução da metodologia, as amostras isentas de tecido carioso foram seccionadas na superfície oclusal, com a finalidade de expor a dentina adjacente, obtendo uma superfície plana. Desta forma possibilitou, como premissa, diminuir o fator C.

Feilzer et al.²¹ alegaram que stress na interface dente/restauração consiste num índice mais elevado para os preparos Classe I (C=5) do que em superfície plana (C=1), quando utilizado em laboratório. Como prioridade, cabe ressaltar, que o conhecimento do fator C passa a ser regra importante para o teste de microtração.

Yoshikawa et al.⁹² deliberaram que a concepção de fator de configuração da cavidade parece ser uma apropriada explicação da diminuição da força de adesão, detectada quando se realiza a adesão em dentina profunda. Os

sistemas adesivos empregados são mais susceptíveis ao stress de polimerização, desenvolvido em cavidades com alto fator de configuração.

Dando continuidade aos procedimentos, foram utilizados discos de lixas para a formação da camada de *smear layer* uniforme. Pois, segundo Ogata et al.⁵² a composição da *smear layer* pode mudar devido à estrutura pela qual é formada. Os autores sugerem que uma estrutura amorfa formada de dentina afetada pela cárie pode inibir a formação da *smear layer*, pelos sistemas adesivos autocondicionantes.

Na metodologia para a confecção dos palitos, estes não foram desgastados na interface adesiva, com a forma de ampulheta, de acordo com o trabalho proposto por Sano et al.⁶⁹, no qual os autores preconizavam cortes seriados nos corpos de prova, com secções de aproximadamente 0,7 mm de espessura e um desgaste na interface adesiva, realizada com pontas diamantadas. Entretanto, a utilização destas pontas diamantadas poderia danificar a interface pela geração de vibrações em demasia ou incidência de forças laterais. A modificação realizada por Shono et al.⁷³ foi adotada neste trabalho, para a obtenção dos corpos de prova, os quais foram seccionados em dois sentidos, perpendiculares entre si, confeccionando as amostras em formas de palitos. Esta modificação elimina a realização do desgaste da interface adesiva, portanto, menos tensões são geradas na região da interface e até valores de resistência adesiva menores que 5 MPa são encontrados por esta técnica.

Posteriormente, os palitos foram armazenados em água destilada por 24 horas, em temperatura de 37°C, para que em seguida fosse realizado o teste de ensaio mecânico. Segundo Osório et al.⁵⁵ o tempo de armazenagem, pelo

teste de microtração, não afeta os resultados de resistência adesiva. Singularmente, Loguercio et al.³⁷ obtiveram melhores valores de resistência adesiva com as amostras armazenadas por uma semana. Uma vez que a armazenagem juntamente com a velocidade de corte dos palitos pode afetar os resultados de resistência adesiva, o operador possui condições de controlar estas variáveis.

Durante a preparação das amostras (palitos), os dentes foram seccionados de maneira a se obter uma área de secção retangular. Pois, considerando Phrukkanon et al.⁶⁵, não há diferenças significativas entre a forma da amostra, cilíndrica ou retangular, dentro do mesmo grupo testado. Contudo, os valores obtidos para as amostras retangulares foram superiores do que as com forma cilíndrica, na qual apresentavam áreas maiores. Portanto, a opção pelas amostras na forma retangular foi adotada.

Os resultados obtidos pelo teste de microtração nessa pesquisa, para os valores de resistência em MPa, em ordem decrescente, foram de $36,73 \pm 10,52$ para o sistema adesivo One Up Bond F, seguido do sistema de três etapas All Bond 2 com $34,29 \pm 12,63$, para o sistema adesivo One Step Plus foi de $33,18 \pm 11,33$, para o sistema AdperTM PromptTM L-PopTM de $31,76 \pm 11,3$, sistema One Step de $29,02 \pm 11,28$, para o sistema Single Bond de $28,82 \pm 14,74$, para o sistema Clearfil SE Bond de $28,08 \pm 12,09$, para o sistema Scotchbond de $26,31 \pm 9,02$, para o sistema Prime&Bond NT de $21,35 \pm 10,22$ e o sistema Excite de $19,52 \pm 10,08$.

Perdigão et al.⁶¹ verificaram que os resultados dos testes de resistência adesiva pela microtração podem ser influenciados pelo tipo de solvente e o tempo de re-umedecimento da superfície dentinária.

Dentro da composição química dos sistemas adesivos se encontram os solventes orgânicos, que podem ser; a água, o álcool e a acetona, na respectiva ordem crescente de volatilidade. O resultado obtido, dessa variação de composição e as características de penetração na dentina⁸³, podem influenciar no processo de adesão e acarretam diferentes resultados na força adesiva.

Os solventes podem apresentar algumas vantagens como, por exemplo; a acetona seca a superfície dentinária rapidamente, o álcool, juntamente com a água, seca mais lentamente a superfície dentinária e apresenta menor sensibilidade à umidade proveniente da dentina. A água como solvente, apresenta lenta evaporação e não é sensível à presença de água na dentina. Como desvantagem, os solventes podem apresentar certas restrições quanto à rápida evaporação, alta volatilidade, ser sensível à umidade da dentina, apresentar odor e ainda, utilizar várias camadas do sistema adesivo, quando utilizados os *primers* à base de acetona. Pela característica de volatilidade, esses solventes orgânicos, podem deslocar a água da superfície dentinária e da rede de colágeno, promovendo a infiltração dos monômeros nos espaços nanométricos da rede de colágeno⁸³.

Num trabalho compilado por Francci et al.²², em 2001, os autores avaliaram dois tipos de solventes: a acetona e o etanol, relacionados à resistência adesiva no teste de microtração. Para os autores a efetividade dos dois tipos de

solventes em dentina foi semelhante. No entanto, os valores obtidos para o sistema com o solvente à base de acetona foram maiores.

No decorrer do processo de adesão, a quantidade de umidade encontrada na superfície dentinária pode interferir nos resultados. Os *primers* existentes nos adesivos possuem monômeros hidrofílicos de baixo peso molecular, contudo o excesso de umidade ocasiona certo grau de dificuldade do adesivo quanto ao preenchimento da dentina desmineralizada^{18,57,74,79,80,81}. O inverso também pode ser evidenciado com a desidratação da superfície dentinária, levando a uma permeabilidade deficiente dos monômeros^{18,57,79}. A quantidade de umidade considerada ideal pode variar, dependendo do tipo do sistema adesivo a ser empregado. Os sistemas adesivos com acetona, como o solvente, exigem maior umidade^{18,57,79} quando comparado com os sistemas que apresentam água na composição, nos quais a dentina pode ser levemente desidratada e mesmo assim, o processo de adesão não é comprometido^{18,57,79}.

Os valores resultantes, nos testes, dependem do sistema adesivo empregado, do local utilizado no dente, do tipo de estrutura dental e das diferentes situações clínicas. Estudos efetuados sobre condições padronizadas podem possibilitar à obtenção de condições inapropriadas, em relação às condições clínicas⁴³ e em decorrência, principalmente, do operador.

Os sistemas adesivos dentinários podem ser divididos em duas categorias quanto ao uso clínico, sendo a primeira categoria, aqueles que utilizam o ácido fosfórico, como os sistemas adesivos de três etapas e sistemas de frasco único, e na outra categoria, os sistemas autocondicionantes ou *self-etching*.

Ambas as categorias têm relatado altos valores de resistência adesiva para o esmalte e a dentina³⁵.

Em referência aos sistemas adesivos que caracterizam três etapas em sua formulação, os valores (MPa) encontrados foram de $34,29 \pm 12,63$ para o sistema adesivo All Bond 2 e para o sistema Scotchbond Multi – Uso foi de $26,31 \pm 9,09$, não apresentando diferenças significantes entre si.

As maiores desvantagens, comumente associadas com os sistemas adesivos de três etapas, são: o risco de ultrapassar o limite de tempo do condicionamento ácido sobre a superfície dentinária; o procedimento agressivo em dentina profunda e; o momento da lavagem da superfície, com possível risco de contaminação, especialmente, se não for utilizado o isolamento absoluto durante o procedimento adesivo. Oportunamente, o procedimento de três etapas aparentemente permite maior precisão e a técnica é menos sensível, o que é traduzido pelos altos valores de força de tração na adesão³³.

O sistema adesivo Scotchbond Multi – Uso é à base de água, envolvendo a dentina condicionada. A inclusão do copolímero do ácido polialquênico proporciona melhores condições de uso em umidade. Em princípio, os estudos realizados por microscopia eletrônica de varredura revelaram a presença incompleta da infiltração do sistema adesivo dentro da camada híbrida. Mas segundo Tay et al.⁸⁰, este sistema pode ser utilizado tanto para a dentina seca quanto para a úmida, podendo ainda ser utilizado na re-hidratação da rede de colágeno intertubular em dentina seca, pois não foi verificada diferença na ultra-estrutura da camada híbrida, durante a utilização do sistema.

Os sistemas adesivos de um frasco ou *one bottle* testados, nesta pesquisa, foram One Step Plus e One Step, o sistema Single Bond, o sistema Prime&Bond NT e o sistema Excite. Sendo que os resultados foram de $33,18 \pm 11,33$ para o One Step Plus, de $29,02 \pm 11,28$ para o sistema One Step, para o sistema Single Bond de $28,82 \pm 14,74$, para o sistema Prime&Bond NT de $21,35 \pm 10,22$ e para o sistema Excite de $19,52 \pm 10,08$.

Os resultados encontrados para os sistemas adesivos sem carga, One Step e Single Bond, não apresentaram diferenças significativas, sendo semelhantes aos resultados alcançados por Terada et al.⁸² e Nakajima et al.⁴⁸. Mesmo quando comparados com os sistemas autocondicionantes e os sistemas de três etapas.

Para o sistema adesivo Single Bond ($28,82 \pm 14,74$), os valores verificados, nesta pesquisa, tenderam ser menores do que os valores apresentados por Perdigão et al.⁶³, em média de 76 MPa, e, como, por Lopes et al.³⁸, de $65,4 \pm 19,0$ MPa, para o teste de microtração.

Em conformidade com as instruções do fabricante, o sistema adesivo Single Bond deve ser aplicado em duas camadas de adesivo, com intervalos de cinco segundos entre cada aplicação, por ser um sistema adesivo composto de água (cerca de 3 a 8% de água)⁵⁰ e possuir o álcool como solvente. Essa combinação facilita a penetração no interior da rede de colágeno⁵⁰. Este sistema adesivo difunde-se mais lentamente, em relação aos sistemas adesivos à base de acetona, à medida que o intervalo entre as duas camadas pode ser insuficiente para a difusão do monômero no interior do substrato⁶⁸.

O sistema Single Bond quando comparado com os outros sistemas que utilizam o condicionamento ácido prévio não apresentou diferenças estatísticas. Mas os valores obtidos foram maiores em relação aos sistemas Scotchbond Multi – Uso, Prime&Bond NT e Excite.

Os resultados encontrados, neste trabalho, comparando os sistemas Single Bond e Prime&Bond NT, foram semelhantes aos obtidos por Nunes et al.⁵⁰. Comparando os resultados alcançados, nos sistemas Single Bond, Excite e Prime&Bond NT, verificou-se semelhança aos de Perdigão et al.⁶³, tanto para dentina úmida quanto desidratada. Para Carrilho et al.¹⁵ os valores encontrados foram similares para os sistemas Single Bond e Prime&Bond NT.

Quando comparados os valores de resistência adesiva, dos sistemas adesivos de um frasco com e sem carga, foi observado que o sistema adesivo Excite ($19,52 \pm 10,08$) revelou o menor valor médio de resistência adesiva. A presença de partículas, de carga ou de uma fase inorgânica, traz, como benefícios: o aumento da viscosidade, a fim de reduzir o escoamento¹ e; a diminuição do módulo de elasticidade na interface restauração/dente. Obtendo, assim, uma flexibilidade adicional e uma redução do estresse na interface, causada pela contração de polimerização²⁵.

Miyazaki et al.⁴² propõem que altas quantidades de carga podem diminuir o molhamento da superfície de dentina por causa da alta viscosidade das cargas e como resultado a penetração dos monômeros pode ser diminuída, reduzindo assim a força de resistência.

Por sua vez, os sistemas adesivos com carga de frasco único apresentaram valores médios com diferenças estatísticas significantes quando comparados entre si, com nível de significância de $p < 0,05$. Os valores foram de $33,18 \pm 11,33$ para One Step Plus, $21,35 \pm 10,22$ para o sistema Prime & Bond NT e para o sistema Excite foi de $19,52 \pm 10,08$. Porém, ao se efetuar a comparação dos sistemas adesivos de frasco único com carga e dos sistemas autocondicionantes com carga (One Up Bond F), os valores encontrados não apresentaram diferenças estatísticas.

Perdigão et al.⁶³; Hilton et al.³², em estudo recente com os sistemas adesivos Excite e Prime&Bond NT, depararam-se com resultados estatisticamente semelhantes, coincidindo com os encontrados nesta pesquisa. Essa similaridade sugere que a falta de água no adesivo pode ser mais importante do que o tipo de solvente. Entretanto, num teste realizado *in vitro* o resultado encontrado para o sistema adesivo Prime&Bond NT ($9,1 \pm 3,4$) foi menor quando comparado com o sistema adesivo Excite ($19,2 \pm 6,3$) e o sistema autocondicionante Clearfil SE Bond ($20,9 \pm 6,1$)⁴⁹.

O valor obtido, no teste de microtração, para o sistema adesivo Prime&Bond NT foi de $21,35 \pm 10,22$, sendo este valor mais baixo do que o encontrado por Nunes et al.⁴⁹ e Cardoso et al.¹³, no qual registraram $48,2 \pm 19,4$ MPa e $62,0 \pm 17,6$ MPa, respectivamente.

O sistema adesivo Prime&Bond NT apresenta como solvente a acetona que é considerada como bom “caçador de água”. Entretanto, adesivos à base de acetona são mais sensíveis à técnica para o grau residual de água, na

superfície úmida. Por exemplo: quando a dentina está desidratada, a diminuição da força de adesão é mais evidente nos sistemas adesivos à base de acetona do que nos adesivos à base de etanol e nos adesivos à base de água⁴⁹.

A peculiaridade do sistema adesivo Prime&Bond NT está no modo de aplicação diferente, pois o fabricante recomenda a aplicação de camadas extras, nos casos em que a dentina não apresente aspecto brilhante, logo após a polimerização da primeira camada. Os clínicos ainda não estão cientes de que a aplicação de uma simples camada pode ser prejudicial na qualidade da adesão⁶³.

Os sistemas adesivos One Step e One Step Plus apresentaram valores estatisticamente semelhantes quando comparados entre si. Este resultado também foi comentado por Say et al.⁷⁰, porém no trabalho relatado pelos autores os sistemas autocondicionantes foram superiores a estes sistemas, sendo o contrário aos achados desta pesquisa.

O sistema adesivo Excite apresentou o menor valor de resistência adesiva ao teste de microtração nesta pesquisa. Por outro lado, Cardoso et al.^{10,14} testaram os sistemas Excite e o sistema autocondicionante Clearfil SE Bond e obtiveram resultados estatisticamente semelhantes. Da mesma forma, pode-se verificar que a carga não é um fator determinante no aumento da resistência adesiva^{12,24,49}.

Quando comparados aos dois tipos de sistemas adesivos, de três etapas e de frasco único, os valores encontrados foram semelhantes aos encontrados por Phrukkanon et al.⁶⁴ e Phrukkanon et al.⁶⁵, os quais demonstraram que os sistemas adesivos de frasco único apresentaram forças de resistência

adesiva idêntica aos sistemas de três etapas. Provavelmente, em decorrência à similaridade dos principais componentes em todos os adesivos testados.

Cardoso et al.⁹ avaliaram os sistemas adesivos Scotchbond Multi –Uso e o sistema Single Bond, e segundo os autores, os resultados foram similares, pois ambos apresentam água e etanol na composição, facilitando assim a penetração da resina fluida no colágeno e restabelecendo a condição de umidade da dentina. Os resultados expressos, possivelmente, podem explicar a superioridade do material quando comparados.

Bouillaguet et al.⁵, em 2001, avaliaram oito sistemas adesivos e os respectivos resultados verificados com os sistemas de três etapas, os sistemas de frasco único e os sistemas autocondicionantes. Ressaltando que os sistemas de três etapas foram superiores, em relação aos sistemas *one-bottle* e os autocondicionantes.

Para os sistemas adesivos autocondicionantes não foram observadas diferenças estatísticas entre os três produtos. Os valores encontrados foram de $36,73 \pm 10,52$ para o sistema One Up Bond F, o sistema AdperTM Prompt LTM-PopTM obteve resultado de $31,76 \pm 11,30$ e o sistema Clearfil SE Bond apresentou valores de $28,08 \pm 12,09$. Coincidindo com os verificados por Loureiro et al.³⁹ e Lopes et al.⁴⁰. Os resultados obtidos por Cardoso, et al.¹¹ apresentaram valores mais altos do que os encontrados nesta pesquisa, sendo que os autores salientaram a performance do sistema adesivo.

Os resultados apresentados pelo sistema adesivo One Up Bond F foram maiores, pois segundo Miyazaki et al.⁴² os sistemas adesivos de etapa

única apresentam uma solução hidrofílica extremamente efetiva no molhamento da superfície condicionada, criando uma união estável através de retenção mecânica. O sistema adesivo apresenta em sua composição o MAC 10, HEMA MMA e água com a adição de partículas submicrométricas de flúor. Estes monômeros acidificados presentes nos sistemas adesivos podem formar uma continuidade entre a superfície do dente e o adesivo pela desmineralização simultânea e a penetração da resina seguida da polimerização.

No trabalho realizado por Armstrong et al.², uma das conclusões dos autores foi que o sistema adesivo auto-condicionante, de uma etapa AdperTM PromptTM L-PopTM, apresentou falhas durante o procedimento de preparação das amostras. Ocorrendo, possivelmente, devido ao tempo de fabricação, ao modo de armazenagem do sistema adesivo, da técnica de aplicação do sistema e principalmente do operador. Provavelmente, esses problemas tenham sido semelhantes ao deste trabalho, pois o grupo inicialmente testado necessitou ser repetido, em decorrência dos baixos valores obtidos inicialmente e a grande perda de amostras, durante a realização do ensaio. Após a repetição das amostras, os valores obtidos foram superiores, se bem que apresentava algumas amostras perdidas.

O sistema Clearfil SE Bond eliminou o condicionamento ácido da dentina, sendo que o sistema adesivo *primer* possui características ácidas diferentes dos outros dois sistemas testados. Uma vez aplicado sobre a dentina, resulta na remoção parcial da *smear layer* e na desmineralização superficial da dentina, formando uma zona híbrida, incorporada com a *smear layer*, sem que

haja alteração da permeabilidade dentinária. O *smear plug* é mantido na entrada dos canalículos dentinários^{38,57}. A maior vantagem, deste tipo de sistema, é a diminuição do risco da área desmineralizada não ser infiltrada, pois o *primer* e o condicionador estão presentes na mesma solução¹⁸.

O resultado obtido por Lopes et al.³⁸ e Tavares & Conceição⁷⁷, para o sistema Clearfil SE Bond foi superior, em torno de $63,5 \pm 12,7$ e $45,56 \pm 12,2$ MPa respectivamente, contra $28,08 \pm 12,09$, obtido nesta pesquisa. Demonstrando que vários fatores podem influenciar no resultado, durante o procedimento do experimento.

O resultado encontrado para o sistema autocondicionante One Up Bond F foi superior em relação aos outros dois sistemas testados. Ao contrário dos achados de Miyazaki et al.⁴², nos quais os autores determinaram que o benefício de usar os sistemas autocondicionantes para a simplificação dos procedimentos clínicos, pode ser contra-indicado quando comparado com a redução da força de adesão. Os usuários destes sistemas deveriam compreender os fatores que influenciam na durabilidade das restaurações e serem conscientes das limitações.

Para Inoue et al.³³ os sistemas adesivos autocondicionantes também apresentaram valores menores, para o ensaio de microtração, em relação aos sistemas adesivos de três etapas, mas não apresentaram diferença significativa dos sistemas adesivos de frasco único. Conforme os autores, esses sistemas adesivos simplificaram o procedimento, não somente pela redução de números de passos, mas especialmente, pela omissão da necessidade de lavagem do substrato dental, pós-condicionamento. Conseqüentemente, entre os

adesivos simplificados, os autocondicionantes revelam-se os mais promissores no processo de hibridização, evitando o colapso das fibras colágenas na desidratação ou ainda, devido à presença do solvente residual nas condições de excesso de umidade. Como não se requer a etapa de lavagem, o risco de contaminação do substrato com saliva ou outros agentes, que poderiam bloquear as porosidades dentinárias, é virtualmente eliminado.

Em relação às falhas encontradas, foi constatada haver maior incidência de fraturas adesivas entre o sistema adesivo e a dentina, obtendo os mesmos resultados encontrados por Sano et al.⁶⁹. A quantidade de fraturas resultantes, neste trabalho, foi de 69% de adesivas, seguida de fraturas mistas com 17% e 14% de fraturas coesivas. O grupo que apresentou o maior número de fraturas adesivas foi o sistema One Step Plus (28/30), seguido, pelos sistemas Adper™ Prompt™ L-Pop™ (21/30), One Up Bond F (21/30), One Step (21/30), Clearfil SE Bond (20/30), Single Bond (20/30), All Bond 2 (17/30), Scotchbond Multi –Uso (16/30), e Prime&Bond NT (16/30). Excite (15/30). Outro aspecto observado foi que a maioria das fraturas ocorreu exclusivamente na união (48%), seguida, respectivamente, das fraturas que envolveram a união (36%) e das fraturas fora da união (16%).

Segundo Xie et al.⁸⁸, uma das vantagens, da técnica de microtração, consiste na redução significativa das falhas coesivas dentro da dentina, devido à melhor distribuição do stress em amostras de tamanho reduzido. Este trabalho, também, apresentou alta porcentagem de falhas adesivas, coincidindo com os achados de Tavares & Conceição⁷⁷, mas também,

encontraram-se falhas coesivas na dentina. Em amostras com áreas adesivas amplas, as fraturas dentinárias foram relatadas com valores de resistência adesiva abaixo dos obtidos em pequena área de dentina.

Yoshikawa et al.⁹², em 1999, estudou o sistema adesivo One Step, constatando que a análise do sistema em microscopia eletrônica de varredura apresentou falha coesiva dentro da camada híbrida, após a realização do teste de microtração. O resultado encontrado, pelo autor, foi à quantidade em maior número de fraturas adesivas.

Sano et al.⁶⁹ determinaram que as fraturas coesivas na dentina eram, freqüentemente, observadas durante o teste de tração, quando se utilizavam sistemas adesivos, nos quais apresentavam *primers* hidrofílicos.

É discutível, a possibilidade de extrapolar os resultados *in vitro*, para a realidade clínica. Tendo como requisito relevante, nos estudos laboratoriais, uma efetiva simulação mais próxima das condições clínicas⁶³.

Como fator relevante, oportunamente os estudos mais extensos deveriam testar a adesão em dentina, utilizando a mesma condição de umidade do substrato, como também, as restaurações realizadas, logo após a extração dos dentes e ainda, o mesmo sistema adesivo⁶³.

Finalmente, durante a realização desta pesquisa, surgiram algumas dificuldades. Entre elas, foi principalmente à perda de muitas amostras, podendo ter ocorrido devido às condições de armazenagem dos sistemas adesivos, da própria sensibilidade, da técnica empregada e até mesmo da manipulação dos produtos e também do método de pesquisa,

realizado pelo operador. Por sua vez, os resultados obtidos apresentaram-se muito diferentes daqueles encontrados por outros estudiosos, relatados na literatura, remetendo a conclusões discordantes. Em função disto o maior achado, refere-se à constante necessidade do desenvolvimento de pesquisas, em busca de maior e melhor padronização dos testes de resistência adesiva.

CONCLUSÃO

CONCLUSÃO

Considerando a metodologia empregada e os resultados obtidos, podemos concluir:

1. O sistema adesivo One Up Bond F (Tokuyama) apresentou o maior valor e o sistema adesivo Excite(Vivadent) o menor valor de resistência adesiva para os testes de microtração.
2. Os sistemas adesivos autocondicionantes e os sistemas adesivos de três passos não apresentaram diferenças estatísticas quando comparados entre si.
3. O sistema adesivo One Up Bond F (Tokuyama) apresentou diferença estatística quando comparado aos sistemas adesivos Prime&Bond NT (Dentsply), Excite (Vivadent) e Scotchbond Multi-Use (3M/ESPE)
4. Os sistemas adesivos All Bond 2 (Bisco), One Step Plus (Bisco) e Adper Prompt L-Pop (3M/ESPE) apresentaram diferenças estatísticas quando comparados aos sistemas adesivos Prime&Bond NT (Dentsply) e Excite (Vivadent).

5. Para os sistemas adesivos de frasco único houve diferenças estatísticas entre os sistemas adesivos Prime&Bond NT (Dentsply) e One Step Plus (Bisco) e entre Excite (Vivadent) e One Step Plus (Bisco).
6. As fraturas ocorridas foram predominantemente do tipo adesivas e todos os grupos apresentaram no exame em MEV infiltração resinosa (Tags) no interior dos túbulos dentinários.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS*

1. ARMSTRONG, G.R.; BOYER, D.B.; KELLER, J.C. Micro tensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.14, n.1, p.44-50, Jan. 1998.
2. ARMSTRONG, S.R. et al. Microtensile bond strength of a total-etch 3-step, total-etch 2-step, self-etch 2-step, and a self-etch 1-step dentin bonding system through 15-month water storage. **J. Adhes. Dent**, New Malden, v. 5, n.1, p.47-56, Spring 2003
3. BAZZUCCHI, M.; MORI, G.; GORACCI, G. Comparative tensile bond strength to dentin of multiple and single component adhesives. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.78, sp.iss., p.481, 1999. Abstract 3003.
4. BEVILACQUA, F.M. **Estudo do condicionamento ácido da superfície dentinária utilizando diferentes soluções.** 1998. 67f. Monografia (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 1998.

* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 24p

5. BOUILLAGUET, S. et al. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. **J. Dent.**, Bristol, v. 29, n. 1, p.55 – 61, Jan. 2001.
6. BOWEN, R.L. Properties of silica-reinforced polymer for dental restorations. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.66, n.1, p.57-64, Jan. 1963.
7. BUONOCORE, M. et al. A report on resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 35, p. 846 – 851, Dec. 1956.
8. BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 34, p. 849 – 853, 1955.
9. CARDOSO, P.E.C.; BRAGA, R.R.; CARRILHO, M.R.O. Evaluation of micro tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.14, p.394 – 398, Nov. 1998.
10. CARDOSO, P.E.C.; MALLMANN, A.; BURMANN, P.A. Microtensile self-etching primers adhesive systems in enamel and dentin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.80, sp.iss., p.61, 2001. Abstract 202.

11. CARDOSO, P.E.C.; PERDIGÃO, J.; LOPES, M. Microtensile dentin bond strength of new simplified self-etching primer. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.79, sp.iss., p.375, 2000. Abstract 1853.
12. CARDOSO, P.E.C et al. Microtensile dentin bond strengths of three one-bottle adhesives. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.78, sp.iss., p.481, 1999. Abstract 3006
13. CARDOSO, P.E.C. et al. Microtensile bond strengths of one-bottle dentin adhesives. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.14, n. 1, p.22 –24, Feb. 2001.
14. CARDOSO, P.E.C. et al. Adhesion testing with the microtensile method: effects of dental substrate and adhesive system on bond strength measurements. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 4, n.4, p. 291-307, Winter 2002.
15. CARRILHO, M.R.O. et al. Bond strength of four adhesive systems to dentin. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.16, n.3, p.251-256, July/Sept. 2002.
16. CARVALHO, R.M et al. Determinação da resistência adesiva a dentina através de um dispositivo de microtração. **Rev. Fac. Odontol.**, Bauru, v. 2, n.3, p.77-82, 1994.

17. CARVALHO, R.M. Adesivos dentinários fundamentos para aplicação clínica. **RDR-Revista de Dentística Restauradora**, Bauru, v.1, n.2, p. 62 – 92, abril/maio/junho, 1998
18. CASTRO, F.L.A. **Efeito da clorexidina a 2% na força de união da resina composta à dentina tratada com três sistemas adesivos**. 2000. 227f. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2000.
19. CHAPPELL, R. et al. Pilot study to determine sample size for micro tensile testing **J. Dent. Res.**, Chicago, v.76, sp.iss., p.38, 1997. Abstract 193.
20. DUTRA-CORREA, M.; ANAUATE NETTO, C.; PERDIGÃO, J. Estudo da resistência adesiva da dentina bovina, submetidas ao teste de microtração, em diferentes profundidades. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.17, supl.2, p. 188, Ago. 2003. Resumo Pb 234.
21. FEILZER, A.J.; DAVIDSON, C.L.; DE GEE, A.J. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 66, n. 11, p. 1636 – 1639, Nov. 1987.

22. FRANCCI, C. et al. Effect of different solvents on the micro-tensile Bond strength and micro morphology of dentin bonding agent. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.80, sp.iss., p.194, Mar. 2001. Abstract 1269.
23. FUSAYAMA, T. et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.58, n.4, p. 1364 – 1370, Apr. 1979.
24. GALLO J.R. et al. Shear bond strength of four filled dentin bonding systems. **Oper. Dent.**, Seattle, n. 26, v. 1, p. 44 – 47, Jan/Feb. 2001
25. GARONE FILHO, W. Adesão em esmalte e dentina. In: CARDOSO, R.J.A., GONÇALVES, E.A.N. **Dentística / Laser**. São Paulo: Artes Médicas, 2001. cap. 2, p. 27 – 55.
26. GOMES, J.C. **Análise “in vitro” do efeito dos sistemas adesivos e materiais restauradores, cerâmica e cerômeros na resistência adesiva com substrato dentinário, através do teste de microtração**. 1999. 189f., Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 1999.
27. CRAIG, R.G.; POWERS, J.M..Restorative dental materials. 11.ed. Mosby, 2002.

28. GWINNETT, A.J.; YU, S. Effect of long-term water storage on dentin bonding. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.8, n.2, p. 109 – 111, Apr. 1995.
29. HANNING, M.; REINHARDT, K.,J.; BOTT, B. Self-etching “primer” vs. phosphoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel bonding. **Oper. Dent.**, Seattle, v.24,n.3, 172 – 180, May/June 1999.
30. HARADA, N. et al. Tensile bond strength of a newly developed one-bottle self-etching resin bonding system to various dental substrates. **Dent. Jpn.** Tokyo, v.36, p.47-53, 2000.
31. HEYMANN, H.; BAYNE, S. Current concepts in dentin bonding: focusing on dentinal adhesion factors. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.124, n.5, p.27-35, May 1993.
32. HILTON, T.J.; JIA, W.; FERRACANE, J.L. A comparison of fifth generation bonding agent. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.79, sp.iss., p. 356, Mar. 2000. Abstract 1698.
33. INOUE, S. et al. Micro tensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v.3, n.3, p. 237 – 245, Fall 2001.

34. IWASAKI, K. et al. Influence of crosshead speed on micro-tensile bond strength. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.82, sp.iss., p.54, Jun. 2003. Abstract 0331.
35. KANEMURA, N.; SANO, H., TAGAMI, J.. Tensile bond strength to and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces. **J. Dent.**, Bristol, v. 27, n.7, p. 523-530, Sept. 1999.
36. KUGEL, G.; FERRARI, M. The science of bonding: from first to sixth generation. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.131, suppl, 20S-25S, June, 2000.
37. LOGUERCIO, A.D. et al. The influence of store time cutting speed on the microtensile bond strength. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.82, sp.iss., p.53, Jun. 2003. Abstract 0329.
38. LOPES, G.C. et al. Micro-tensile bond strength and SEM evaluation of three dentin bonding systems. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.81, sp.iss., p.327, Mar. 2002. Abstract 2606.

39. LOPES, G.C. et al. Microtensile bond strength of new self-etching primer/adhesive systems. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.82, sp.iss., p.193, Jun. 2003. Abstract 1447.
40. LOUREIRO, C.C.S.; CARDOSO, P.E.C.; SANTOS, J.F.F. Bonding ability of self-etching adhesive systems to dentin, evaluated by means of microtensile tests. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.81, sp.iss., p.159, Mar. 2002. Abstract 1129.
41. MEDINA III, V. et al. Effect of bonding variables on the shear bond strength and interfacial morphology of a one-bottle adhesive. **Oper. Dent.**, Seattle, v.26, n.3, p.277-286, May/June 2001.
42. MIYAZAKI, M.; SATO, M.; ONOSE, H. Durability of enamel bond strength of simplified bonding systems. **Oper. Dent.**, Seattle, v.25, n.2, p.75 – 80, Mar – Apr. 2000.
43. MIYAZAKI, M. et al. Enamel and dentin bond strengths of simple application bonding systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.14, n.6, p.361 – 366, Dec. 2001.

44. MUENCH, A.; SILVA, E.M.; BALLESTER, R.Y. Influence of different dentinal substrates on the tensile bond strength of three adhesive systems. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v.2, n.3, p.209-212, Autumn 2000.
45. NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrate. **J. Biomed. Mater. Res.**, New York, v. 26, n.2, p. 265 – 273, Mar. 1982.
46. NAKAJIMA, M. et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries affect dentin using dentin adhesives. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.74, n.10, p.1679 – 1688, Oct. 1995.
47. NAKAJIMA, M. et al. Tensile bond strength to caries-affected dentin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.76, sp.iss., p.416, Mar. 1997. Abstract 3233
48. NAKAJIMA, M. et al. Comparative micro tensile bond strength and SEM analysis of bonding to wet and dry dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.13, n.6, p. 324 – 328, Dec. 2000.
49. NUNES, M.F.; SWIFT JR, E.J.; PERDIGÃO, J. Effects of adhesive composition on micro tensile bond strength to human dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.14, n.6, p. 340 – 343, Dec. 2001.

50. NUNES, M. F.; SWIFT JR, E. J.; PERDIGÃO, J. Effects of demineralization depth on microtensile bond strength to human dentin. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v.3, n. 2, p.137 – 143, Summer, 2001
51. NUNES, M.F.; PERDIGÃO, J.; CASTRO, P. S.; CARDOSO, P.E.C.. Shear bond strength vs. μ - tensile bond strength of three adhesive systems. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.79, sp.iss., p.361, Marc. 2000. Abstract 1744.
52. OGATA, M. et al. Effects of different burs on dentin bond strengths of self-etching primer bonding systems. **Oper. Dent**, Seattle, v. 26, n.4, p. 375 – 382, Jul/Aug. 2001.
53. OGATA, M. et al. Influence of direction of tubules on bond strength to dentin. **Oper. Dent.**, Seattle, v.26, n.1, p.27 – 35, Jan/Feb. 2001.
54. ØILO, G.; AUSTRHEIM, E.K. In vitro quality testing of dentin adhesives. **Acta. Odontol. Scand.**, Stockholm, v.51, n.4, p. 263 – 266, Aug. 1993.
55. OSÓRIO, R et al. Microtensile bond strength to dentin of different self-etching adhesives after 12 month's storage. **J. Dent. Res.**, Washigton, v.82, sp.iss., p.55, 2003. Abstract 339.

56. PASHLEY, D.H. Dentin: a dynamic substrate--a review. **Scanning. Microsc.**, Chicago, v.3, n.1, p.161 – 176, Mar. 1989.
57. PASHLEY, D.H.; CARVALHO, R.M. Dentine permeability and dentine adhesion. **J. Dent.**, Bristol, v.25, n.5, p.335 – 372, Sept. 1997.
58. PASHLEY, D. H. et al. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.11,n.2, p.117-125, Mar. 1995.
59. PASHLEY, D.H., et al. The micro tensile bond test: a review. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v.1, n.4, p.299 – 309, Winter 1999.
60. PAUL, S.J. et al. Effect of water content on physical properties of model dentine primer and bonding resins. **J. Dent.**, Bristol, v.27, n.3, p.209 – 214, Mar. 1999.
61. PERDIGÃO, J.; FRANKENBERGER, R. Effect of solvent and rewetting time on dentin adhesion. **Quintessence Int.**, Berlin; v.32, n. 5, p. 385 – 390, May 2001.
62. PERDIGÃO, J., LOPES, M.. Dentin bonding – questions for the new millennium. **J. Adhesive Dent.**, New Malden, v.1, n.3, p. 191 – 209, Autumn 1999.

63. PERDIGÃO, J. et al. In vivo influence of residual moisture on microtensile bond strengths of one-bottle adhesives. **J. Esthet. Restor. Dent.**, Ontario, v.14, n. 1, p. 31 – 38, 2002
64. PHRUKKANON, S.; BURROW, M.F.; TYAS, M.J. Effect of cross-sectional area on bond strengths between resin and dentin. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.14, n.2, p.120 – 128, Mar. 1998.
65. PHRUKKANON, S.; BURROW, M.F.; TYAS, M.J. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.14, n.3, p.212 – 221, June, 1998.
66. QUAGLIATTO, P.S. **Avaliação da resistência de união ao cisalhamento, de diferentes sistemas adesivos à dentina. Análise em MEV do infiltrado resinoso.** 2001. 134f. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista. Araraquara, 2001.
67. RETIEF, D.H. Phosphoric acid as a dentin etchant. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.5, n.1, p. 24 – 28, Feb. 1992.

68. SABOIA, V P. A.; RODRIGUES, A.L.; PIMENTA, L.A.F. Effect of collagen removal on shear bond strength of two single – bond adhesive systems. **Oper. Dent.**, Seattle, v.25, n.5, p. 395 – 400, Sept/Oct. 2000.
69. SANO, H. et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – evaluation of micro-tensile bond test. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.10, n.4, p. 236 – 240, July 1994.
70. SAY, E.C. et al. Microtensile bond strength of a filled vs. unfilled adhesive to dentin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.82, sp.iss., p.56, 2003. Abstract 347.
71. SCHREINER, R.; CHAPELLI, R.; EICK, J.. Microtensile testing of dentin adhesives. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.76, sp.iss., p.280, 1997. Abstract 2133.
72. SCHREINER, R.F. et al. Microtensile testing of dentin adhesives. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.14, p.194 – 204, June, 1998.
73. SHONO, Y. et al. Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.78, n.2, p. 699 – 705, Feb. 1999.
74. SILVA E SOUZA Jr., M.H. Adesivos dentinários, evolução, estágio atual e considerações clínicas para sua utilização. **Maxi-Odonto: dentística**, Bauru, v.1, n.1, p.1-19, jan/fev. 1995.

75. SILVEIRA, B. L. et al. Influência da área de união na resistência á tração a e microtração dentina. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.17, supl.2, p.239, 2003. Resumo Pc 234.
76. TANUMIHARJA, M.; BURROW, M.F.; TYAS, M.J. Microtensile bond strengths of seven dentin adhesive systems. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.16, n.3, p.180 – 187, May 2000.
77. TAVARES, J.G.; CONCEIÇÃO, E.N. Resistência a microtração de três sistemas adesivos a dentina. **Pesqui. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.17, supl.2, p. 283, 2003. Resumo Pc 226.
78. TAY, F.R.; GWINNETT, J.A; WEI, S.H.Y. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free, acetone-based, single-bottle primer/adhesives. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.12, n.4, p.236 – 244, July1996.
79. TAY, F.R.; GWINNETT, J.A; WEI, S.H.Y. The overwet phenomenon: a transmission electron microscopic study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.9, n.4, p.161 – 166, Aug.1996.

80. TAY, F.R.; GWINNETT, J.A.; WEI, S.H.Y. Micro morphological spectrum of acid-conditioned dentin following the application of a water-based adhesive. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.14, n.5, p.329 – 338, Sept. 1998.
81. TAY, F.R.; CARVALHO, R.; SANO, H.; PASHLEY, D.H. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 2, n. 2, p.99 – 116, Summer 2000.
82. TERADA, R.S.S. et al. Mapping bond strengths to flat dentin surfaces. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.77, sp.iss.A, p.205, 1998. Abstract 799.
83. VAN MEERBEEK, B. et al. A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.77, n.1, p. 50 – 59, Jan. 1998.
84. VAN MEERBEEK, B. et al. Enamel and dentin adhesion. In: SUMMITT, J.B., ROBBINS, J.W., SCHWARTZ, R.S. **Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach**. 2 ed., Quintessence Internacional, 2001. cap.8, p. 178 – 235.
85. WATANABE, I.; NAKABAYASHI, N. Bonding durability of photocured phenyl-P in TEGDMA to smear layer-retained bovine dentin. **Quintessence Int.**, Berlin, v.24, n.5, p. 335 – 342, May 1993.

86. WATANABE, I.; NAKABAYASHI, N. Measurement methods for adhesion to dentine: the current status in Japan. **J. Dent.**, Guildford, v.22, n.2, p.67 – 72, Apr.1994.
87. WATANABE, L.G.; MARSHALL, G.W.JR.; MARSHALL, S.J. Dentin shear strength: effects of tubule orientation and intratooth location. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v.12, n.2, p. 109 – 115, Mar. 1996.
88. XIE, B.; DICKENS, S.H.; GIUSEPPETTI, A.A.. Microtensile bond strength of thermally stressed composite-dentin bonds mediated by one-bottle adhesives **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.15, n.3, p.177 – 184, Jun. 2002.
89. YOSHIYAMA, M. et al. Regional of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.75, n.6, p.1404 – 1413, Jun. 1996.
90. YOSHIYAMA, M. et al. Regional bond strengths of self-etching/self-priming adhesive systems. **J. Dent.**, Bristol, v. 26, n.9, p. 609 – 616, Sept. 1998
91. YOSHIYAMA, M. et al. Comparison of conventional vs Self-etching adhesive bonds to caries affected dentin. **Oper. Dent.**, Seattle, v.25, p.163 – 169, May/June 2000.
92. YOSHIKAWA, T, et al.. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.78, n.4, p.898 – 905, Apr. 1999.

93. ZANET, C.G. et al. Tratamento do colágeno da dentina. **J. Bras. Dent. Estét.**, Curitiba, v.2, n.6, p.167 – 173, abr/jun. 2003.
94. ZHENG, L. et al. Relationship between adhesive thickness and micro tensile bond strength. **Oper. Dent.**, Seattle, v.26, p. 97 – 104, Jan/Feb. 2001.

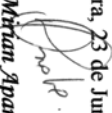
APÊNDICES

APÊNDICES

Apêndice 1. Parecer do Comitê de Ética em pesquisa - FOAr-UNESP, referente ao projeto original deste trabalho.

	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA CÂMPUS DE ARARAQUARA FACULDADE DE ODONTOLOGIA	
Rua Humaitá, 1680 - 14801-903 Araraquara-SP - FONE: (0xx16) 2016434 - FAX: (0XX16) 2016433		
Araraquara, 04 de junho de 2002		
Ofício CEP-FO/CAr. nº 178/2002		
Senhor Pesquisador:		
O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia, reunido em sessão de 04.06.2002, após apreciar a avaliação final do projeto de sua responsabilidade intitulado <i>"Análise da resistência à microtração dos diferentes sistemas adesivos"</i>, considerou-o APROVADO, devendo o relatório ser apresentado em Junho/2003.		
Atenciosamente		
		
Prof.ª Dr.ª Mirian Aparecida Onofre <i>Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia</i>		
Ilmo. Sr. C. D. RUI FERNANDO MAZUR Pesquisador Responsável		
MAO/rcvs		

Apêndice 2. Certificado de aprovação do Comitê de Ética em pesquisa - FOAr-UNESP, referente ao projeto original deste trabalho.

	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA Comitê de Ética em Pesquisa Certificado 
Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À MICROTRAÇÃO DOS DIFERENTES SISTEMAS ADESIVOS" sob o protocolo nº 67/01, e o relatório final de responsabilidade do (a) Pesquisador (a) ROUI FERREYRÃO MACHUCA, estão de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa-FOAr.	Araraquara, 23 de Junho de 2003.  Profª Drª Mariana Aparecida Onofre Coordenadora

Apêndice 3:

Tabela 1A: Resultados originais e respectivos valores das resistências adesivas (MPa) dos testes de resistência adesiva à microtração de acordo com os materiais.

Nº	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
1	23.65	27.83	32.00	24.55	28.52	38.26	27.13	26.43	34.09	34.09
2	29.91	40.35	32.70	26.98	41.04	20.87	22.96	41.74	16.70	16.70
3	47.30	32.70	13.22	37.15	20.17	38.26	8.34	45.22	9.04	9.04
4	54.26	32.00	13.91	19.48	26.43	27.13	5.56	36.17	36.87	36.87
5	37.56	50.09	9.73	25.74	48.00	38.26	29.22	35.48	34.09	34.09
6	34.09	29.90	23.65	13.22	45.91	28.52	6.95	34.09	18.78	18.78
7	16.00	19.48	18.09	57.74	18.09	35.48	18.78	55.65	16.00	16.00
8	52.87	34.09	7.65	66.09	54.26	46.61	6.26	49.39	14.61	14.61
9	25.04	20.87	16.70	53.56	20.17	32.70	14.61	41.04	20.27	20.27
10	29.22	34.09	29.22	56.78	10.43	29.91	34.78	27.83	13.22	13.22
11	32.00	15.30	22.26	33.39	34.09	3.48	46.61	20.87	41.04	41.04
12	37.56	34.09	45.22	25.04	15.30	34.09	16.70	50.78	44.61	46.61
13	22.26	12.52	38.26	20.87	36.87	9.04	15.30	40.35	27.83	27.83
14	34.78	23.65	29.91	48.70	42.43	11.13	21.56	48.00	22.26	22.26
15	41.74	12.52	2.09	29.22	34.09	41.04	25.04	38.96	16.00	16.00
16	36.17	25.74	16.70	6.26	26.43	25.04	18.78	41.04	38.26	38.26
17	51.48	17.39	17.39	26.43	22.26	31.30	16.70	29.91	34.09	34.09
18	37.56	40.35	21.56	33.39	26.43	41.04	11.83	22.96	37.56	37.56
19	58.43	18.09	29.22	27.83	15.30	39.65	8.34	33.39	15.30	15.30
20	38.96	22.96	11.83	25.04	14.61	45.91	11.13	54.96	38.26	38.26
21	18.09	26.43	8.34	23.63	36.17	37.56	9.04	22.96	22.96	22.96
22	48.00	25.22	15.30	13.22	36.87	32.00	31.30	28.52	17.39	17.39
23	7.65	18.06	40.35	24.35	35.48	36.17	25.04	31.30	17.39	17.39
24	26.43	37.11	22.26	7.65	26.43	19.48	17.39	29.22	38.96	38.96
25	36.17	31.83	30.61	19.48	16.00	45.22	23.65	24.35	29.22	29.22
26	25.04	21.04	16.70	28.52	14.61	51.48	9.73	45.22	52.87	52.78
27	15.30	20.94	23.65	33.39	22.26	45.22	29.91	41.74	34.78	34.78
28	38.26	24.63	13.22	11.83	38.96	36.87	11.83	50.78	25.04	25.04
29	24.35	14.12	19.48	22.26	33.18	38.96	32.70	16.70	20.17	20.17
30	48.70	26.09	19.48	22.96	30.02	34.78	28.52	36.87	52.87	52.87

Apêndice 4:

Tabela 2A: Resultados originais e respectivos valores das áreas (mm²) dos testes de resistência adesiva à microtração de acordo com os materiais.

Nº	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10
1	1.04	1.05	1.08	1.13	1.00	1.10	1.10	1.00	1.08	1.13
2	1.08	1.11	1.13	1.05	1.12	1.08	1.00	1.12	1.14	1.13
3	1.10	1.16	1.05	1.12	1.05	1.04	1.16	1.05	1.00	1.00
4	1.00	1.09	1.10	1.16	1.16	1.12	1.12	1.15	1.16	1.00
5	1.14	1.05	1.15	1.10	1.13	1.12	1.13	1.05	1.10	1.10
6	1.16	1.10	1.14	1.00	1.09	1.10	1.08	1.05	1.05	1.05
7	1.12	1.15	1.00	1.15	1.10	1.14	1.05	1.05	1.12	1.10
8	1.02	1.12	1.14	1.13	1.14	1.15	1.16	1.15	1.05	1.00
9	1.04	1.14	1.04	1.16	1.08	1.15	1.10	1.05	1.12	1.05
10	1.09	1.15	1.05	1.12	1.12	1.14	1.00	1.15	1.05	1.05
11	1.16	1.09	1.12	1.05	1.00	1.16	1.15	1.05	1.16	1.00
12	1.12	1.15	1.08	1.10	1.09	1.14	1.16	1.05	1.08	1.00
13	1.13	1.07	1.13	1.15	1.05	1.10	1.00	1.15	1.05	1.15
14	1.08	1.12	1.12	1.08	1.12	1.00	1.12	1.05	1.12	1.04
15	1.04	1.12	1.16	1.13	1.13	1.08	1.05	1.05	1.04	1.05
16	1.10	1.10	1.16	1.05	1.16	1.04	1.13	1.00	1.15	1.08
17	1.12	1.00	1.10	1.05	1.10	1.16	1.08	1.15	1.15	1.15
18	1.14	1.00	1.00	1.16	1.15	1.12	1.16	1.05	1.05	1.05
19	1.00	1.16	1.05	1.16	1.14	1.13	1.14	1.05	1.05	1.00
20	1.16	1.17	1.13	1.12	1.15	1.05	1.09	1.05	1.02	1.00
21	1.10	1.10	1.14	1.10	1.08	1.05	1.16	1.10	1.16	1.00
22	1.05	1.00	1.00	1.00	1.13	1.15	1.05	1.03	1.05	1.15
23	1.12	1.10	1.00	1.12	1.16	1.10	1.05	1.05	1.00	1.00
24	1.15	1.12	1.10	1.05	1.00	1.00	1.10	1.06	1.05	1.10
25	1.16	1.13	1.16	1.12	1.15	1.16	1.00	1.11	1.05	1.05
26	1.14	1.14	1.12	1.16	1.05	1.13	1.16	1.08	1.05	1.10
27	1.02	1.16	1.16	1.10	1.12	1.10	1.15	1.12	1.05	1.00
28	1.05	1.05	1.10	1.00	1.13	1.16	1.05	1.00	1.00	1.10
29	1.00	1.08	1.12	1.14	1.16	1.05	1.12	1.02	1.12	1.05
30	1.04	1.09	1.05	1.00	1.14	1.02	1.10	1.13	1.12	1.05

Apêndice 5.

Tabela 3A. Teste de normalidade de Lilliefors.

Grupos	Valor calculado	Valor (p= 0,05)
All Bond 2	.0893	.161
Scotchbond MP	.0950	.161
Prime&Bond NT	.1112	.161
Single Bond	<i>.1893</i>	.161
One Step	.0923	.161
One Step Plus	.1007	.161
Excite	.1105	.161
One Up Bond F	.0749	.161
Adper Prompt L-Pop	<i>.1741</i>	.161
Clearfil SE Bond	.1408	.161

Apêndice 6.

Tabela 4A. Teste de BARTLETT para homogeneidade de variâncias.

Variáveis	Nome do teste	Valor calculado	Valor (p=0,05)
Força	Bartlett	9.7086	16.919

Apêndice 7.

Tabela 5A. Comparações múltiplas pelo teste de Tukey das médias de resistência adesiva à microtração.

Grupos	Média dos dados	Média das ordens	Dados
All Bond 2	34.29	187.95	30
Scotchbond MP	26.31	132.70	30
Prime&Bond NT	21.35	96.98	30
Single Bond	28.82	142.03	30
One Step	29.02	152.25	30
One Step Plus	33.18	189.05	30
Excite	19.52	84.66	30
One Up Bond F	36.73	206.85	30
Adper Prompt L-Pop	31.76	168.40	30
Clearfil SE Bond	28.08	144.11	30

Valor do teste = **55.873**

Prob. ($p=0,05$) = 16.920

Apêndice 8.

Tabela 6A. Comparações múltiplas de Kruskal - Wallis

Grupos	Grupos	Diferença Observada	Diferença mínima significativa (P=0,05)
All Bond 2	Scotchbond MP	55.25	70.85
All Bond 2	Prime&Bond NT	90.96	70.85
All Bond 2	Single Bond	45.91	70.85
All Bond 2	One Step	35.70	70.85
All Bond 2	One Step Plus	1.10	70.85
All Bond 2	Excite	103.28	70.85
All Bond 2	One Up Bond	18.90	70.85
All Bond 2	Adper Prompt L-Pop	19.55	70.85
All Bond 2	Clearfil SE Bond	43.83	70.85
Scotchbond MP	Prime&Bond NT	35.71	70.85
Scotchbond MP	Single Bond	9.33	70.85
Scotchbond MP	One Step	19.55	70.85
Scotchbond MP	One Step Plus	53.35	70.85
Scotchbond MP	Excite	48.03	70.85
Scotchbond MP	One Up Bond	74.15	70.85
Scotchbond MP	Adper Prompt L-Pop	35.70	70.85
Scotchbond MP	Clearfil SE Bond	11.41	70.85
Prime&Bond NT	Single Bond	45.05	70.85
Prime&Bond NT	One Step	55.26	70.85
Prime&Bond NT	One Step Plus	92.06	70.85
Prime&Bond NT	Excite	12.31	70.85
Prime&Bond NT	One Up Bond	109.86	70.85
Prime&Bond NT	Adper Prompt L-Pop	71.41	70.85
Prime&Bond NT	Clearfil SE Bond	47.13	70.85
Single Bond	One Step	10.21	70.85
Single Bond	One Step Plus	47.01	70.85
Single Bond	Excite	57.36	70.85
Single Bond	One Up Bond	64.81	70.85
Single Bond	Adper Prompt L-Pop	26.36	70.85
Single Bond	Clearfil SE Bond	2.08	70.85
One Step	One Step Plus	36.80	70.85
One Step	Excite	67.58	70.85
One Step	One Up Bond	54.60	70.85
One Step	Adper Prompt L-Pop	16.14	70.85
One Step	Clearfil SE Bond	8.13	70.85
One Step Plus	Excite	104.38	70.85
One Step Plus	One Up Bond	17.80	70.85
One Step Plus	Adper Prompt L-Pop	20.65	70.85
One Step Plus	Clearfil SE Bond	44.93	70.85
Excite	One Up Bond	122.18	70.85
Excite	Adper Prompt L-Pop	83.73	70.85
Excite	Clearfil SE Bond	59.45	70.85
One Up Bond F	Adper Prompt L-Pop	38.45	70.85
One Up Bond	Clearfil SE Bond	44.93	70.85
Adper Prompt L-Pop	Clearfil SE Bond	24.28	70.85

RESUMO

RESUMO

MAZUR, R.F. **ANÁLISE DA RESISTÊNCIA ADESIVA À DENTINA DE DIFERENTES SISTEMAS ADESIVOS PELO TESTE DE MICROTRAÇÃO E MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.** 2003. 212p. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara.

O objetivo deste trabalho foi realizar, *in vitro*, avaliação da resistência de adesiva pelo teste de microtração de dez sistemas adesivos diferentes. Os sistemas adesivos One Up Bond F – Tokuyama, Clearfil SE Bond – Kuraray, AdperTMPromptTML-PopTM, Single Bond – 3M/ESPE, One Step – Bisco, One Step Plus – Bisco, Prime&Bond NT – Dentsply, Excite – Vivadent, Scotchbond Multi – Uso – 3M/ESPE e All Bond 2 – Bisco. Para a realização do teste foram utilizados quarenta dentes molares hígidos, sendo que destes dentes dez foram utilizados para a microscopia eletrônica de varredura. Para a realização do teste de microtração os dentes foram cortados na superfície oclusal com disco diamantado e posteriormente foram desgastados com discos de lixa. Posteriormente as amostras foram restauradas com os respectivos sistemas adesivos e resina composta Z-100 com tempo de polimerização de 40 segundos cada incremento. Após vinte e quatro horas de armazenagem em temperatura de 37°C os dentes foram seccionados com disco diamantado com finalidade de obter palitos com área de $1,0 \pm 0,2 \text{ mm}^2$. Após o corte os palitos foram armazenados em temperatura de 37°C por vinte e quatro horas e em seguida foram levados para a

máquina de ensaio universal EMIC 500 DL onde os palitos foram tracionados com velocidade de 1 mm/min. Os resultados foram analisados pelo através dos testes de normalidade de Lilliefors e de homogeneidade de variância de Bartlett. Quando alguns dos pressupostos não se verificaram, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal – Wallis. Os resultados obtidos foram em ordem decrescente de $36,73 \pm 10,52$ para o sistema adesivo One Up Bond F, seguido do sistema de três etapas All Bond 2 com $34,29 \pm 12,63$, para o sistema adesivo One Step Plus foi de $33,18 \pm 11,33$, para o sistema Adper™ Prompt™ L-Pop™ de $31,76 \pm 11,3$, sistema One Step de $29,02 \pm 11,28$, para o sistema Single Bond de $28,82 \pm 14,74$, para o sistema Clearfil SE Bond de $28,08 \pm 12,09$, para o sistema Scotchbond Multi – Uso de $26,31 \pm 9,02$, para o sistema Prime&Bond NT de $21,35 \pm 10,22$ e o sistema Excite de $19,52 \pm 10,08$. Para a análise de microscopia eletrônica foram utilizados dez dentes e todas as amostras apresentaram infiltração para o interior dos túbulos dentinários. Em relação ao tipo de fratura este trabalho apresentou predominância de fraturas adesivas. Como conclusão o sistema One Up Bond F apresentou maior resistência adesiva e o sistema Excite apresentou o menor valor médio de resistência adesiva. Pode-se observar ainda diferenças estatísticas entre os sistemas adesivos, entre One Up Bond F e Prime&Bond NT, Excite e Scotchbond Multi Uso, entre os sistemas Prime&Bond NT com All Bond 2, One Step Plus, Adper™ Prompt™ L-Pop™ e entre os sistemas Excite com All Bond 2, One Step Plus e Adper™ Prompt™ L-Pop™.

Palavras – chave: Adesivos dentinários, Resistência à tração, Resinas compostas.

ABSTRACT

ABSTRACT

MAZUR, R.F. **EVALUATION OF ADHESIVE STRENGTH ON DENTIN UNDER DIFFERENT ADHESIVE SYSTEMS BY MICROTENSILE TEST AND SEM.** 2003. 212p. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara.

The aim of this study was to analyze the bond strength of ten adhesive systems: One Up Bond F – Tokuyama (OU); AdperTM PromptTM L-PopTM - 3M-ESPE (AP); Clearfil SE Bond – Kuraray Co. (SE); Prime Bond NT – Caulk-Dentsply (NT); Single Bond – 3M-ESPE (SB); One Step – Bisco (OS); One Step Plus – Bisco (OP); Excite – Vivadent (EX); Scotchbond Multi – Purpose (SMP) e All Bond 2 – Bisco (AB). Methods: Forty freshly extracted human teeth were transversely wet-cut using a diamond disk in order to expose the occlusal dentin surface. Then the adhesive systems were applied according to the manufacturer's instructions. The teeth were restored with composite resin Z-100 (3M) and stored in distilled water at 37°C for 24 hours. A slow-speed diamond disk was used to prepare microtensile test specimens, with a bonded area of $1,00 \pm 0,2 \text{ mm}^2$. Each group was composed of thirty sticks, which were stored in distilled water at 37°C for 24 hours. The sticks were bonded on a universal testing machine at a cross head speed of 1mm/min. The following results demonstrate values microtensile bond strengths in MPa. Data were statistically analyzed by Kruskal-Wallis Test ($p \leq 0.05$). The bond strength values were $36,73 \pm 10,52$ for One Up Bond F, $34,29 \pm 12,63$ for All Bond 2, $33,18 \pm 11,33$ for One Step Plus, $31,76 \pm 11,3$ for AdperTM PromptTM L-PopTM, $29,02 \pm$

11,28 for One Step, $28,82 \pm 14,74$ for Single Bond, $28,08 \pm 12,09$ for Clearfil SE Bond, $26,31 \pm 9,02$ for Scotchbond Multi – Purpose, $21,35 \pm 10,22$ for Prime&Bond NT and $19,52 \pm 10,08$ for Excite. Ten teeth were analysed by SEM and all of them showed resin into the dentin tubules. Most of fractures were adhesive in the composite/teeth interface. One up bond F (OU) resulted in higher bond strength when compared to all the other systems tested and Excite resulted in lower bond strength. Self-etching systems were not statistically different. The Scotchbond Multi – Purpose and All Bond 2 systems showed similar bond strength. Among the one-bottle systems there were significant differences between Prime&Bond NT and One Step Plus and between Excite and One Step Plus. Comparing all systems there were significant differences between One Up Bond F and Scotchbond Multi – Purpose; Prime&Bond NT and All Bond 2 and Adper™ Prompt™ L-Pop™; and differences between Excite and All Bond 2 and Adper™ Prompt™ L-Pop™.

Key-words: Adhesive systems, Shear Bond, composite resin.